

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAS E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ADECUADOS EN EL  
DESHIDRATADO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* Linnaeus)  
PARA SER RECUBIERTO CON CHOCOLATE”**

PRESENTADA POR:  
**ANA SOFÍA MORANTE SILUPÚ**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PIURA, PERÚ  
2017

**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ADECUADOS EN EL  
DESHIDRATADO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* Linnaeus)  
PARA SER RECUBIERTO CON CHOCOLATE”**

**TESIS**

PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL COMO  
REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO DE:

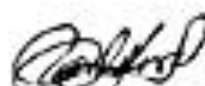
INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS EN LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.

**JURADOS:**



---

**Dr. NESTOR ZAPATA PALACIOS**  
Presidente Jurado Calificador



---

**Ing. CORINA SANDOVAL MORALES, MSC.**  
Vocal de Jurado Calificador



---


**Ing. CARLOS COELLO OBALLE**  
Secretario Jurado Calificador

**Tesis presentada como requisito para optar el título de Ingeniera Agroindustrial e Industrias Alimentarias.**

Asesor:

  
Msc. NELLY LUZ LEYVA POVIS

Tesista:

  
Br. ANA SOFÍA MORANTE SILUPÚ

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por la vida que me ha dado, por las cosas buenas que me brinda y por darme la fortaleza de seguir adelante.

### **A mis padres: REGINA y PEDRO**

Mi eterna gratitud y profundo amor, a su invalorable sacrificio, esfuerzo y confianza depositada en mí; por su apoyo incondicional en lo material, espiritual y moral.

### **A mis hermanos MILAGRITOS, TEO y PEDRO**

Por su cariño, apoyo y su incentivo de seguir siempre adelante para lograr mis objetivos, confiando siempre en mí.

Ana Sofía.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora de tesis MSc. Nelly Leyva Povis, que desde el inicio de este proyecto estuvo brindándome su apoyo, sus consejos, orientaciones, su dedicación y tiempo para la elaboración de mi Proyecto de Tesis.

Al Ing. Roberto Salazar, por su apoyo en la parte operativa de este proyecto.

A Salingger Palacios De La Cruz por su apoyo y paciencia en todo momento.

A la familia Universitaria, Facultad de Ingeniería Industrial, por todo su apoyo brindando para la investigación.

A aquellas personas que de una u otra manera han sido parte importante de mi vida, mi más sincero agradecimiento por su comprensión, estímulo y ayuda.

## RESUMEN

Es importante para la industria de alimentos la creación de nuevos productos agroindustriales que con nuevas tecnologías y métodos de conservación se podrá dar valor agregado a materias primas. En este estudio el objetivo fue evaluar los parámetros adecuados para el deshidratado de aguaymanto (T1:55°C, T2:65°C y T3:75°C) con intervalos de tiempo de 30 minutos, velocidad constante de 3m/s, hasta conseguir el porcentaje máximo de humedad 18%, cuantificandose el contenido de vitamina A y C. Se caracterizó mediante análisis fisicoquímico y microbiológico, asimismo se realizó un análisis sensorial con recubrimiento de chocolate y sin el, mediante una escala hedónica de 5 puntos, valorándolo mediante la aplicación de un ANOVA y Prueba T-Student. El tratamiento optimo de deshidratado, fue 65 °C con un tiempo de 12 h y humedad de 14,13%, Vit. A 300µg y Vit. C 47,3g. La caracterización para el aguaymanto fresco fue de: 14°Brix; pH 4,59; acidez total 1,79%; índice de madurez 7,8; humedad 78,54%; proteína 1,62g; grasa 0,28g; ceniza 1,05g; fibra 4,02g; carbohidratos 14,47g; azúcares reductores 5,96g y energía total 66,96Kcal. Para el aguaymanto deshidratado se obtuvo: 41,2°Brix; pH 4,41; acidez total 5,95%; humedad 14,13%; proteína 5,06g; grasa 1,45g; ceniza 4,14g; fibra 8,13g; carbohidratos 67,12g; azúcares reductores 28,12g y energía total 301,77Kcal.; y para el aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se tuvo: humedad 8.50%, proteína 7,02g; grasa 13,46g; ceniza 3,09g; fibra 7,18g; carbohidratos 60,76g; azúcares reductores 31,15g y energía total 392,13Kcal. El análisis microbiológico determinó un producto inocuo por cumplir los estándares microbiológicos. El aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate fue la de mejor aceptabilidad. Se estudió la isoterma de sorción siendo el mejor modelo, el GAB, con coeficiente de determinación 0,99 y valor de monocapa de 6,11%. Se encontró cero mg de índice de peróxido por lo que el producto presenta duración de más de 3 meses.

**Palabras claves:** Aguaymanto deshidratado, chocolate, curva de secado,

## ABSTRACT

Is important for the food industry to create new agro-industrial products. With the help of new technologies and conservation methods it will be possible to give added value to raw materials allowing to produce attractive products. The purpose of this study was to evaluate the parameters suitable for the dehydration of aguaymanto (T1: 55°C, T2: 65°C and T3: 75°C) with time intervals of 30 minutes, constant speed of 3m / s, until the maximum percentage of humidity 18%. The content of vitamin A and C. It is characterized by physicochemical and microbiological analysis, and sensorial analysis of the chocolate-coated product was carried out using a hedonic scale of 5 points, using an ANOVA, Fisher's Test and Student's T-test. The result obtained in the treatment of dehydration was 65 °C with a time of 12 h and humidity of 14,13%, Vit.: A 300µg and Vit. C: 47,3g. The characterization for fresh aguaymanto was: 14° Brix; pH 4,59; total acidity 1,79%; maturity index 7,8; humidity 78,54%; protein 1,62g; fat 0,28g; ash 1,05g; fiber 4,02g; carbohydrates 14,47g; reducing sugars 5,96g and total energy 66,96Kcal. For the aguaymanto dehydrated, it was obtained: 41.2° Brix; pH 4,41; total acidity 5,95%; humidity 14,13%; protein 5,06; fat 1,45g; ash 4,14g; fiber 8,13g; carbohydrates 67,12g; reducing sugars 28,12g and total energy 301,77Kcal. And for chocolate-coated dehydrated aguaymanto it was: moisture 8,50%; protein 7,02; fat 13,46g; ash 3,09g; fiber 7,18g; carbohydrates 60,76g; reducing sugars 31,15g and total energy 392,13Kcal. Microbiological analysis determined that it is a safe product to meet microbiological standards. The chocolate-coated dehydrated aguaymanto was the one with the best acceptability. Sorption isotherm was studied, being the most appropriate GAB, with coefficient of determination 0,99 and monolayer value of 6,11%. We found zero mg peroxide index so the product has lasted for longer than three months

**Key words:** Aguaymanto, dehydrated, chocolate, drying curve. Vitamin A, vitamin C

# ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO .....	16
1.1. AGUAYMANTO .....	16
1.1.1. Descripción del fruto.....	16
1.1.2. Taxonomía.....	16
1.1.3. Composición fisicoquímica.....	17
1.1.4. Composición nutricional .....	17
1.1.5. Propiedades nutritivas y medicinales .....	19
1.1.6. Calidad del fruto de <i>Physalis peruviana</i> L.....	20
1.1.7. Índice de madurez .....	21
1.2. CHOCOLATE .....	23
1.2.1. Definición de chocolate.....	23
1.3. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS.....	24
1.3.1. Definición de deshidratación.....	24
1.3.2. Secado en bandejas .....	25
1.3.3. Proceso de deshidratado de frutas .....	26
1.3.4. Curva de secado .....	28
1.3.5. Contenido de humedad de equilibrio (isoterma de sorción) .....	32
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y METODOS.....	34
2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	34
2.2. MATERIALES .....	34
2.3. METODOLOGÍA.....	36
2.3.1. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del aguaymanto fresco .....	36
2.3.2. Determinación de la temperatura, tiempo y cinética del deshidratado .....	37
2.3.3. Obtención de la isoterma de sorción .....	44
2.3.4. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del aguaymanto deshidratado .....	46
2.3.5. Caracterización fisicoquímico y microbiológica del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate .....	47
2.3.6. Evaluación sensorial del grado de aceptación del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate. ....	49
2.3.7. Determinación de la vida en anaquel .....	51
2.3.7.1. Mediante el método directo.....	51
2.3.7.2. Determinación de la vida en anaquel mediante un modelo matemático basado en la isoterma GAB .....	53



CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
3.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO FRESCO .....	54
3.1.1. Análisis fisicoquímico.....	54
3.1.2. Análisis microbiológico .....	55
3.2. TEMPERATURA, TIEMPO Y CINÉTICA DEL DESHIDRATADO ...	56
3.2.1 Temperatura y tiempo de deshidratado .....	56
3.2.2 Cinética de deshidratado .....	57
3.2.3 Cuantificación de vitamina A y C .....	61
3.3 ISOTERMA DE SORCIÓN DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO .....	64
3.4. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO .....	67
3.4.1 Análisis fisicoquímico.....	67
3.4.2. Análisis microbiológico .....	68
3.5. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE .....	69
3.5.1. Análisis fisicoquímico.....	69
3.5.2. Análisis microbiológico .....	70
3.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE Y SIN CHOCOLATE. ....	70
3.7. VIDA EN ANAQUEL DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE.....	72
3.7.1. Determinación de la vida en anaquel mediante el método directo.....	72
3.7.2 Determinación de la vida en anaquel mediante un modelo matemático basado en la isoterma GAB .....	73
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES .....	77
BIBLIOGRAFÍA .....	78
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.1.</b> Reportes de la composición fisicoquímica de <i>Physalis peruviana</i> L. por 100g de fruto.	17
<b>Cuadro 1.2.</b> Composición nutricional de <i>Physalis peruviana</i> L. por 100g de producto.	18
<b>Cuadro 1.3.</b> Vitaminas presentes en aguaymanto.	19
<b>Cuadro 1.4.</b> Clasificación de <i>Physalis peruviana</i> L. de acuerdo al tamaño de fruto.	20
<b>Cuadro 1.5.</b> Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez.	21
<b>Cuadro 2.1.</b> Actividades acuosas de las soluciones salinas usadas en la Determinación de actividad de agua ( $a_w$ ).	45
<b>Cuadro 2.2.</b> Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° de refrigeración.	52
<b>Cuadro 2.3.</b> Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° ambiente.	52
<b>Cuadro 3.1.</b> Características fisicoquímicas del aguaymanto fresco.	54
<b>Cuadro 3.2.</b> Análisis microbiológico del aguaymanto fresco.	56
<b>Cuadro 3.3.</b> Resumen temperatura y tiempo de deshidratado del aguaymanto.	57
<b>Cuadro 3.4.</b> Análisis de vitamina A de aguaymanto fresco y deshidratado en	61
<b>Cuadro 3.5.</b> Análisis de vitamina C de aguaymanto fresco y deshidratado.	63
<b>Cuadro 3.6.</b> Coeficiente de determinación y constantes de ambos modelos (BET y GAB).	65
<b>Cuadro 3.7.</b> Composición fisicoquímica del aguaymanto deshidratado.	67
<b>Cuadro 3.8.</b> Análisis microbiológico del aguaymanto deshidratado.	68
<b>Cuadro 3.9.</b> Composición fisicoquímica del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.	69
<b>Cuadro 3.10.</b> Análisis microbiológico del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.	70
<b>Cuadro 3.11.</b> Comparación de las características del Aguaymanto deshidratado y deshidratado con chocolate.	71
<b>Cuadro 3.12.</b> Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto Con chocolate a T° de refrigeración.	72
<b>Cuadro 3.13.</b> Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° ambiente.	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.1.</b> Physalis peruviana en el cáliz abierto.	16
<b>Figura 1.2.</b> Estados de madurez del aguaymanto.	22
<b>Figura 1.3.</b> Categorías del aguaymanto (a) Extra, (b) I y (c) II.	23
<b>Figura 1.4.</b> Bombones de chocolate rellenos.	23
<b>Figura 1.5.</b> Una matriz de alimentos deshidratados.	25
<b>Figura 1.6.</b> Secador de bandejas.	26
<b>Figura 1.7.</b> Diagrama de flujo de operaciones del deshidratado de frutas en general.	28
<b>Figura 1.8.</b> Curva típica de la pérdida de humedad durante el secado de un producto alimenticio.	30
<b>Figura 1.9.</b> Curva típica de velocidad de secado.	31
<b>Figura 1.10.</b> Tipos de curvas de secado.	32
<b>Figura 1.11.</b> Forma típica de las isotermas de sorción de humedad.	33
<b>Figura 2.1.</b> Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de aguaymanto.	38
<b>Figura 2.2.</b> Recepción y pesado del aguaymanto	39
<b>Figura 2.3.</b> Retiro del cáliz.	39
<b>Figura 2.4.</b> Selección y clasificación del aguaymanto.	40
<b>Figura 2.5.</b> Pesado del aguaymanto sin cáliz.	40
<b>Figura 2.6.</b> Lavado y desinfección del aguaymanto.	41
<b>Figura 2.7.</b> Cargado de bandejas con aguaymanto.	41
<b>Figura 2.8.</b> Aguaymanto antes y después de iniciar el deshidratado.	42
<b>Figura 2.9.</b> Enfriado en cámara de secado y pesado del aguaymanto deshidratado.	43
<b>Figura 2.10.</b> Envasado del aguaymanto deshidratado.	43
<b>Figura 2.11.</b> Método del desecador o de la campana de desecación o isopiéstico.	45
<b>Figura 2.12.</b> Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de aguaymanto recubierto con chocolate.	47
<b>Figura 2.13.</b> Preparación del baño maría para fundición del chocolate.	48
<b>Figura 3.1.</b> Cinética de secado en función a la humedad en base seca y tiempo.	58
<b>Figura 3.2.</b> Curva de velocidad de secado a 55°C.	59
<b>Figura 3.3.</b> Curva de velocidad de secado a 65°C.	59
<b>Figura 3.4.</b> Curva de velocidad de secado a 75°C	60
<b>Figura 3.5.</b> Contenido de vitamina A (ug/100g) de aguaymanto fresco y	

Deshidratado a 55°, 65° y 75°C.	62
<b>Figura 3.6.</b> Contenido de vitamina C (ug/100g) de aguaymanto fresco y deshidratado a 55°, 65° y 75°C.	63
<b>Figura 3.7.</b> Porcentaje de pérdida de vitamina A y C.	64
<b>Figura 3.8.</b> Isoterma de absorción BET.	66
<b>Figura 3.9.</b> Isoterma de absorción GAB.	66
<b>Figura 3.10.</b> Comparación de las características organolépticas del Aguaymanto deshidratado y del Aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate	71
<b>Figura 3.11.</b> Pantalla de formato de salida de los resultados del modelo matemático para determinar la vida en anaquel mediante la isoterma GAB.	74

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Hoja de evaluación sensorial para el aguaymanto deshidratado.	85
<b>Anexo 2.</b> Modelo de vida en anaquel basado en la isoterma GAB.	86
<b>Anexo 3.</b> Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto fresco.	88
<b>Anexo 4.</b> Tablas de tiempos y humedad del proceso de deshidratado.	89
<b>Anexo 5.</b> Análisis de vitamina A y C de aguaymanto fresco y deshidratado a tres temperaturas.	93
<b>Anexo 6.</b> Datos usados en la elaboración de las isothermas usando los modelos BET y GAB.	94
<b>Anexo 7.</b> Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto deshidratado.	96
<b>Anexo 8.</b> Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.	97
<b>Anexo 9.</b> Análisis de índice de peróxidos en aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate almacenado a T° de refrigeración.	98
<b>Anexo 10.</b> Análisis de índice de peróxidos en aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate almacenado a T° ambiente.	99
<b>Anexo 11.</b> Modelos de isothermas usados BET y GAB	100
<b>Anexo 12:</b> Evidencias del análisis sensorial	102

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos productos o mejora de productos; es importante para la industria de alimentos. El otorgar valor agregado a las materias primas les permite ser más atractivas para los consumidores, buscando ser convenientes y estar dentro de las nuevas tendencias del mercado de alimentos.

Las frutas como el aguaymanto constituyen un grupo de alimentos indispensable para nuestra salud y bienestar, especialmente por su aporte de fibra, vitaminas, minerales y sustancias de acción antioxidante (vitamina C, vitamina E,  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína, flavonoides, antocianinas, etc.). La gran diversidad de especies, con sus distintas propiedades sensoriales (sabor, aroma, color, textura, etc.) y la distinta forma de prepararlas, hacen de ellas productos de gran aceptación por parte de los consumidores. El Perú produce gran diversidad de frutas, uno de estos productos es el aguaymanto.

Por lo expuesto anteriormente y aprovechando el auge del aguaymanto, es que nace la necesidad de este estudio cuyo objetivo fue determinar los parámetros de temperatura y tiempo adecuados para el deshidratado de aguaymanto para ser recubierto con chocolate, desarrollando un producto novedoso, saludable, conservando las propiedades nutritivas y organolépticas del fruto original, y que sea accesible a todas las edades. Se cuantificó el contenido de vitamina C y A, para determinar la temperatura y tiempo de deshidratación adecuado. Se caracterizó fisicoquímicamente el fruto de aguaymanto fresco y aguaymanto deshidratado. Se determinó la cinética de secado del aguaymanto, la isoterma de sorción del aguaymanto deshidratado y se evaluó sensorialmente el grado de aceptación del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate y sin él, finalmente se determinó la vida en anaquel del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.

Con este estudio se estaría brindando a los consumidores un producto innovador dedicado a satisfacer la necesidad de tener un alimento que sea nutritivo y fácil de consumir, además de tener múltiples propiedades que favorecen la salud de nuestros consumidores.

En el capítulo I se mencionan conceptos generales relacionados al aguaymanto, se observan los antecedentes del trabajo, su composición fisicoquímica, composición nutricional,

propiedades, y calidad del fruto; se habla además de la cobertura de chocolate y el deshidratado de los alimentos, proceso para deshidratar las frutas y la cinética de secado. En el capítulo II se menciona la metodología usada para la investigación, tomando en cuenta principalmente los métodos de análisis y el proceso tecnológico para el deshidratado del aguaymanto. Finalmente, en el capítulo III se pone en ejecución la metodología, mostrando los resultados del estudio y sus respectivas discusiones acerca de la caracterización de la materia prima (aguaymanto), la ejecución de las pruebas para hallar los parámetros adecuados para el deshidratado del aguaymanto y la caracterización del producto final.

Los objetivos llevados a cabo en el presente estudio de investigación son:

### **Objetivo general**

- Determinar los parámetros de temperatura y tiempo adecuados en el deshidratado del aguaymanto para ser recubierto con chocolate.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar fisicoquímicamente el fruto de aguaymanto.
- Determinar la temperatura y tiempo adecuado de deshidratado para evitar la pérdida de vitamina C y vitamina A.
- Determinar la cinética de secado del aguaymanto.
- Calcular la isoterma de sorción del aguaymanto deshidratado.
- Evaluar las características físico-químicas del aguaymanto después del deshidratado
- Determinar las características físico-químicas del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.
- Evaluar sensorialmente el grado de aceptación del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate y sin chocolate.
- Determinar la vida en anaquel del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.

## CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. AGUAYMANTO

#### 1.1.1. Descripción del fruto

Es una baya jugosa en forma de globo u ovoide (Figura 1.1) que contiene unas 100 a 300 semillas. Su estructura interna es similar a la de un tomate en miniatura (AMPEX, 2008).

Pertenece a la familia de las *Solanáceas* y al género *Physalis*. Cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho (Velezmoro, 2004).

El fruto mide entre 1,25 y 2,5 cm de diámetro, de forma redonda, que varía del color amarillo a naranja, de sabor agridulce y pequeña con un peso que puede oscilar entre 4 y 10 g, tiene buenos contenidos de vitamina A y C, además de hierro y fósforo (AREX, 2008).



**Figura1.1. *Physalis peruviana* en el cáliz abierto.**

Fuente: Ramadan (2011).

#### 1.1.2. Taxonomía

La clasificación botánica del fruto *Physalis peruviana* L. se encuentra bien definida, según el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, también llamado Museo de Historia Natural de Lima o Museo de Historia Natural citado por Aparcana y Villarreal (2014), menciona que la taxonomía del fruto *Physalis peruviana* L. es la que se muestra a continuación:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta



Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Scrophulariales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.
Nombre común	Aguaymanto

Fuente: Aparcana y Villarreal (2014).

### 1.1.3. Composición fisicoquímica

Numerosas investigaciones reportan la caracterización fisicoquímica de *Physalis Peruviana* L. “Aguaymanto” (Cuadro 1.1), las cuales coinciden en valores aproximados en parámetros como sólidos solubles (°Brix), con contenidos que van entre 12,5 y 14,3; el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2 y 2,4. En los frutos maduros el pH y los °Brix decrecen, lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1% (Puente *et al.*, 2011).

**Cuadro 1.1. Reportes de la composición fisicoquímica de *Physalis peruviana* L. por 100g de fruto.**

Parámetro fisicoquímico	(Mendoza <i>et al.</i> , 2012)	(Martín <i>et al.</i> , 2010)	(Márquez <i>et al.</i> , 2009)	(Restrepo <i>et al.</i> , 2009)
Actividad del agua	0,998	0,998	-----	-----
Acidez (%)	2	2,05	2,4	2,1
°Brix	13	14,3	12,5	13,8
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1,1031	1,038	-----	-----
pH	3,72	3,39	3,56	3,39

Fuente: Aparcana y Villarreal (2014).

### 1.1.4. Composición nutricional

El fruto del aguaymanto contiene valores destacables de nutrientes como vitamina A, vitamina C, fibra, proteína, potasio, fósforo, hierro y zinc (Restrepo, 2008). Después del agua, los carbohidratos son los compuestos presentes en mayor

proporción en la pulpa, (Brito, 2002) vale destacar también los azúcares, las pectinas y almidones. También se encuentran varios ácidos que le dan el carácter ácido y contribuyen a sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, a continuación se muestra la composición nutricional del aguaymanto en el Cuadro 1.2.

**Cuadro 1.2. Composición nutricional de *Physalis peruviana* L. por 100 g de producto.**

<b>Parámetro nutricional</b>	<b>Rango</b>
Humedad	79,8 – 85,5%
Proteína	0,3 – 1,5 g
Grasa	0,15 – 0,5 g
Carbohidratos	11,0 – 19,6 g
Fibra	0,4 – 4,9 g
Cenizas	0,7 – 1,0 g
Carotenos	16 mg
Tiamina	0,1 – 0,18 mg
Riboflavina	0,03 – 0,18 mg
Niacina	0,8 – 1,7 mg
Vitamina C	20 – 43 mg
Potasio	210 – 467 mg
Magnesio	7 – 19 mg
Calcio	2 – 28 mg
Fósforo	27 – 55,3 mg
Hierro	0,3 – 1,2 mg
Zinc	0,28 – 0,40 mg

Fuente: Adaptado por Erkaya *et al.* (2012) citado por Aparcana y Villarreal (2014).

El aguaymanto es un fruto rico en vitaminas tales como Vit. A, C, B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>. En el Cuadro 1.3 muestra las cantidades expresadas en miligramos de cada vitamina presente en el aguaymanto mencionado por Gutiérrez (2011).

**Cuadro 1.3. Vitaminas presentes en aguaymanto.**

Fruto	Vitaminas (mg)				
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Niacina	C
Aguaymanto	243	0,10	0,03	1,70	43,0

Fuente: National Research Council (1989) citado por Gutiérrez (2011).

#### **1.1.5. Propiedades nutritivas y medicinales**

Los beneficios asociados a la fruta de *Physalis peruviana* L., son principalmente debido a su composición nutricional porque, además de tener buenas características nutricionales contiene componentes biológicamente activos que ofrecen beneficios para la salud y reducir el riesgo de ciertas enfermedades.

El aguaymanto es usado en la industria terapéutica, química y farmacéutica debido a que se le atribuyen propiedades medicinales como un antiespasmódico, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, ayudando a fortalecer el nervio óptico, la garganta, la eliminación de parásitos intestinales y amebas. Algunas de sus propiedades medicinales son para purificar la sangre de los riñones, disminuir la albúmina, limpiar la catarata, a calcificarse y control amibiasis (CCI, 1994).

En medicina tradicional peruana los frutos de *Physalis peruviana* L. , se utiliza empíricamente para tratar el cáncer y otras enfermedades como la hepatitis, el asma, el paludismo y las dermatitis, sin embargo, sus propiedades no han sido probados científicamente (Zavala *et al.*, 2006). Los cálices de *Physalis peruviana* L. son ampliamente utilizados en la medicina popular por sus propiedades como un antimicrobiano, antipirético, diurético, antiinflamatorio y inmunomodulador (Franco *et al.*, 2007).

Los frutos de *Physalis peruviana* L. contiene fósforo, hierro, potasio y Zinc (Rodríguez y Rodríguez, 2007). Son excepcionalmente alto en contenido de fósforo, pero en niveles de calcio es baja (NRC, 1989). Repo de Carrasco y Zelada (2008) informó que de un contenido de hierro en el fruto de *Physalis peruviana* L. es cerca de 1,2 mg.

Según Mayorga *et al.*, (2001) el fruto de *Physalis peruviana* L. ha sido utilizado como una fuente de minerales, sobre todo de hierro y potasio. Musinguzi *et al.*,

(2007) en sus estudios determinaron que los frutos del *Physalis peruviana* L. es muy rica en potasio, con un valor cercano a 210 mg.

El aguaymanto es considerado nutritivo por el alto contenido de vitamina A, B y C. La vitamina A está asociada al crecimiento y desarrollo, juega un papel importante en la diferenciación celular y tiene efecto inmunoestimulante. La fruta del aguaymanto es una excelente fuente de vitamina A (236 mg de  $\beta$ -caroteno por 100 g de fruto fresco), vitamina C (32,2 mg de ácido ascórbico y 2,018 mg de ácido cítrico por 100 g de fruto fresco) y del complejo B, que contribuye a la salud de la piel (Chia *et al.*, 1997).

La vitamina E pertenece a los antioxidantes liposolubles, su actividad biológica incluye tocoferoles, tocotrienoles, especialmente  $\alpha$ -tocoferol. La cantidad de vitamina E presente en el fruto de *Physalis peruviana* L. es 86,30 g por kg de lípidos totales, mayor contenido comparado con las semillas que alcanzan 29,70 g por kg de lípidos, la cual tiene funciones antioxidantes, como el  $\alpha$ -tocoferol que elimina las especies reactivas de oxígeno (Puente *et al.*, 2011).

#### 1.1.6. Calidad del fruto de *Physalis peruviana* L.

De acuerdo al tamaño de los frutos y grado de madurez, la norma técnica peruana de frutas andinas, aguaymanto fresco (NTP 203.121 (2007), establece la siguiente clasificación según el Cuadro 1.4.

**Cuadro 1.4. Clasificación de *Physalis peruviana* L. de acuerdo al tamaño de fruto.**

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Calibre</b>
$\geq 22,1$	A
20,1 – 22,0	B
18,1 – 20,0	C
15,1 – 18,0	D
$\leq 15,0$	E

Fuente: NTP 203.121 (2007).

### 1.1.7. Índice de madurez

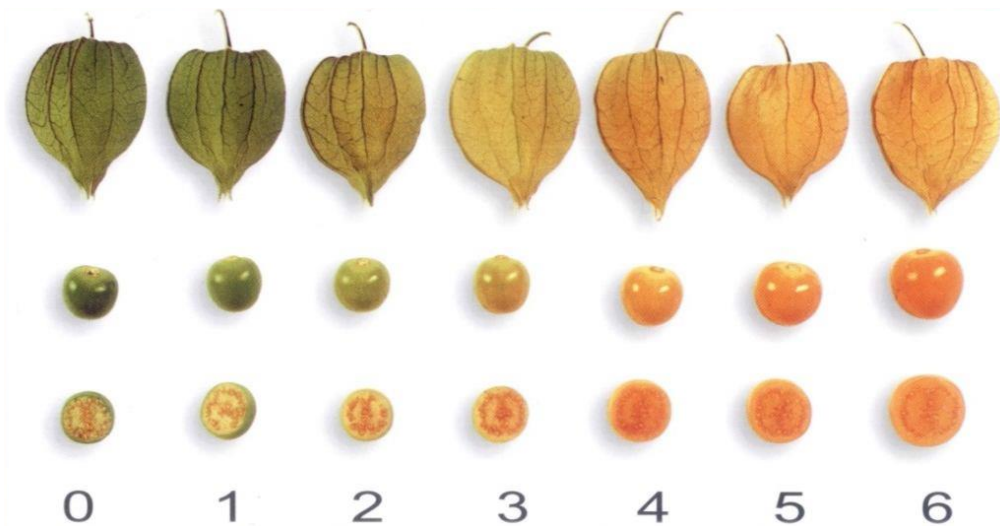
La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos. El índice de madurez (IM) determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los sólidos solubles totales (SST) (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos (Aparcana y Villarreal, 2014).

Según NTC 4580 (1999), indica una clasificación objetiva relacionando el contenido de grados Brix y la acidez en la materia prima. Ver en el Cuadro 1.5 y Figura 1.2 los estados de madurez cero, uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis.

**Cuadro 1.5. Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez.**

Estado	Aspecto externo del fruto	° Brix mínimo	% de ácido cítrico	Índice de madurez (°Brix/% ácido)
Uno	Color verde un poco más claro	11,4	2,7	4,2
Dos	Color verde se manifiesta en las zonas cercanas al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas.	13,2	2,56	5,2
Tres	Color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz	14,1	2,34	6,0
Cuatro	Color anaranjado claro	14,5	2,03	7,1
Cinco	Color anaranjado	14,8	1,83	8,1
Seis	Color anaranjado intenso	15,1	1,68	9,0

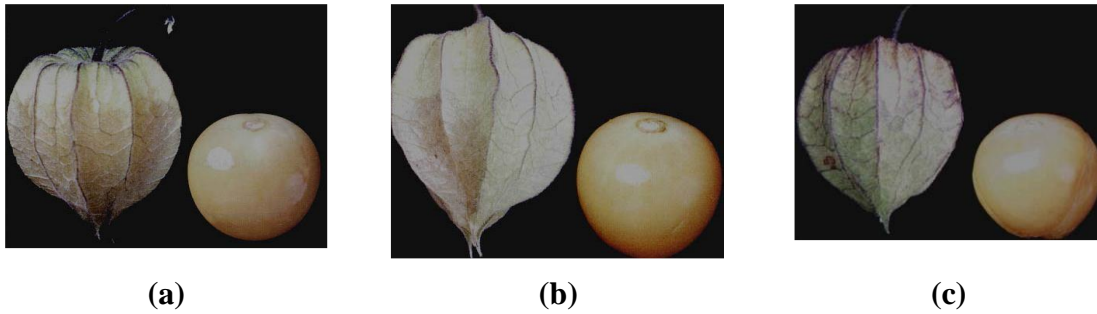
Fuente: NTC 4580 (1999).



**Figura 1.2. Estados de madurez del aguaymanto.**

Fuente: NTC 4580 (1999).

También en la NTC 4580 (1999) se establecen tres categorías (observar Figura 1.3): (a) Categoría Extra, el aguaymanto debe cumplir los requisitos generales y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 5% del área total; (b) Categoría I, el aguaymanto debe cumplir los requisitos generales y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 10% del área total y (c) Categoría II, comprende el aguaymanto que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales. Se admiten frutos rajados que no excedan el 5% del área total. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 20% del área total.



**Figura 1.3. Categorías del aguaymanto (a) Extra, (b) I y (c) II.**  
Fuente: NTC 4580 (1999).

## 1.2. CHOCOLATE

### 1.2.1. Definición de chocolate

Es el producto homogéneo preparado a partir del licor de cacao (masa o pasta de cacao), manteca de cacao, con la adición o no de: azúcar, edulcorantes, sólidos de leche (con excepción del suero de leche) grasa vegetal hasta un 5% y los aditivos alimentarios permitidos en la presente norma y otros aprobados por la autoridad sanitaria competente. El cual puede ser relleno y con adición o no de frutas secas o no, cereales, cremas, licores, jarabes, yogurt y productos de confitería de azúcar; y presentado bajo la forma de tabletas, barras, polvo, pastoso, granulado, en escamas, lentejas para confitar, figuras moldeadas, bombones y productos de confitería (COVENIN 52, 1999). En la Figura 1.4 se muestra chocolate en forma de bombones.



**Figura 1.4. Bombones de chocolate rellenos.**  
Fuente: De la Cruz y Pereira (2009).

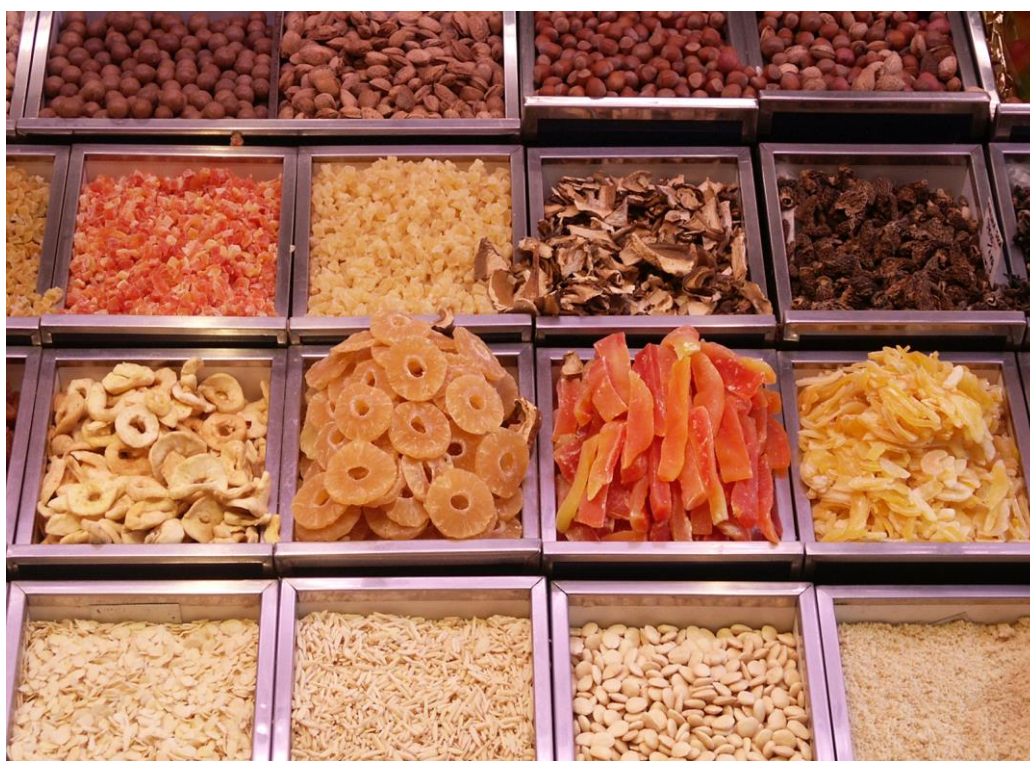
El buen chocolate oscuro es considerado por los entendidos como el de más alta calidad y el chocolate debe contener al menos un 50% de cacao; el chocolate hecho

con más del 75% de cacao puede, sin embargo, tener un fuerte sabor. Con el fin de hacer un chocolate oscuro de una buena calidad diferentes variedades de grano de cacao se puede utilizar, pero los mejores chocolateros utilizan el cacao Criollo fino o de buen aroma con el fin de obtener la acidez y aromas característicos en equilibrio y complejos de los chocolates más finos, mientras que el cacao Forastero se utiliza para dar cuerpo y profundidad a las mezclas de chocolate (Pérez, 2015).

### **1.3. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

#### **1.3.1. Definición de deshidratación**

La deshidratación es un sistema de conservación que implica la eliminación de parte o la totalidad de la humedad (agua libre o disponible) contenida en el alimento, hasta un valor en el cual los microorganismos no se proliferen y el alimento se conserve por más tiempo. El alimento deshidratado (Figura 1.5) debe conservar todas o la mayoría de sus propiedades anteriores a la deshidratación. (Furr, 2013).



**Figura 1.5. Una matriz de alimentos deshidratados.**

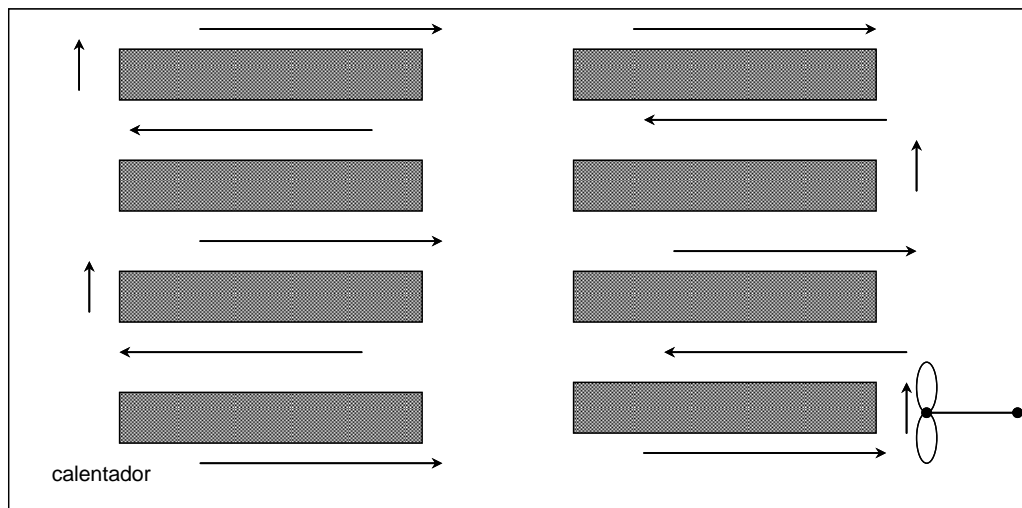
Fuente: Furr (2013).



Los términos de secado y deshidratado se relacionan mucho, debido a que los dos se refieren al proceso de eliminación de agua, la diferencia está en el contenido final. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, define como producto deshidratado al que no contiene más del 2,5% de agua (base seca) y como alimento seco todo aquel que ha sido expuesto a un proceso de eliminación de agua y que contiene menos del 2,5% de ésta (Barboza-Cánovas y Vega-Mercado, 2000).

### **1.3.2. Secado en bandejas**

El secador de bandejas, o secador de anaqueles, consiste en un gabinete, de tamaño suficientemente grande para alojar los materiales a secar, en el cual se hace correr suficiente cantidad de aire caliente y seco. En general, el aire es calentado por vapor, de modo que pueda arrastrar suficiente agua para un secado eficiente (Figura 1.6). Es necesario hacer notar una situación interesante de optimización de secadores. En este caso, cuando se calienta el aire con vapor, debe tomarse en cuenta varios aspectos, si nos situamos en la carta psicométrica, el aire a utilizar, debe poseer una temperatura de bulbo húmedo alta, una entalpía alta, pero una humedad relativa baja. Puesto, que la operación de secado, como cualquier operación de transferencia, depende del tiempo de contacto interfacial (el cual no varía notablemente en este tipo de secador debido a la variación de la velocidad del aire), el área de contacto interfacial (que para nuestro caso requerimos que sean sólidos en terrones, o granos, para aumentar esta relación), el gradiente de temperatura y de humedad y la resistencia. En general, en este tipo de secadores, las variables que pueden fijarse o variarse son los gradientes, he allí la importancia que el aire no entre frío ni húmedo, puesto que esto minimiza el gradiente y elimina la eficiencia del secador (Tinco y Magallanes, 2008).



**Figura 1.6. Secador de bandejas.**  
Fuente: Tinco y Magallanes (2008).

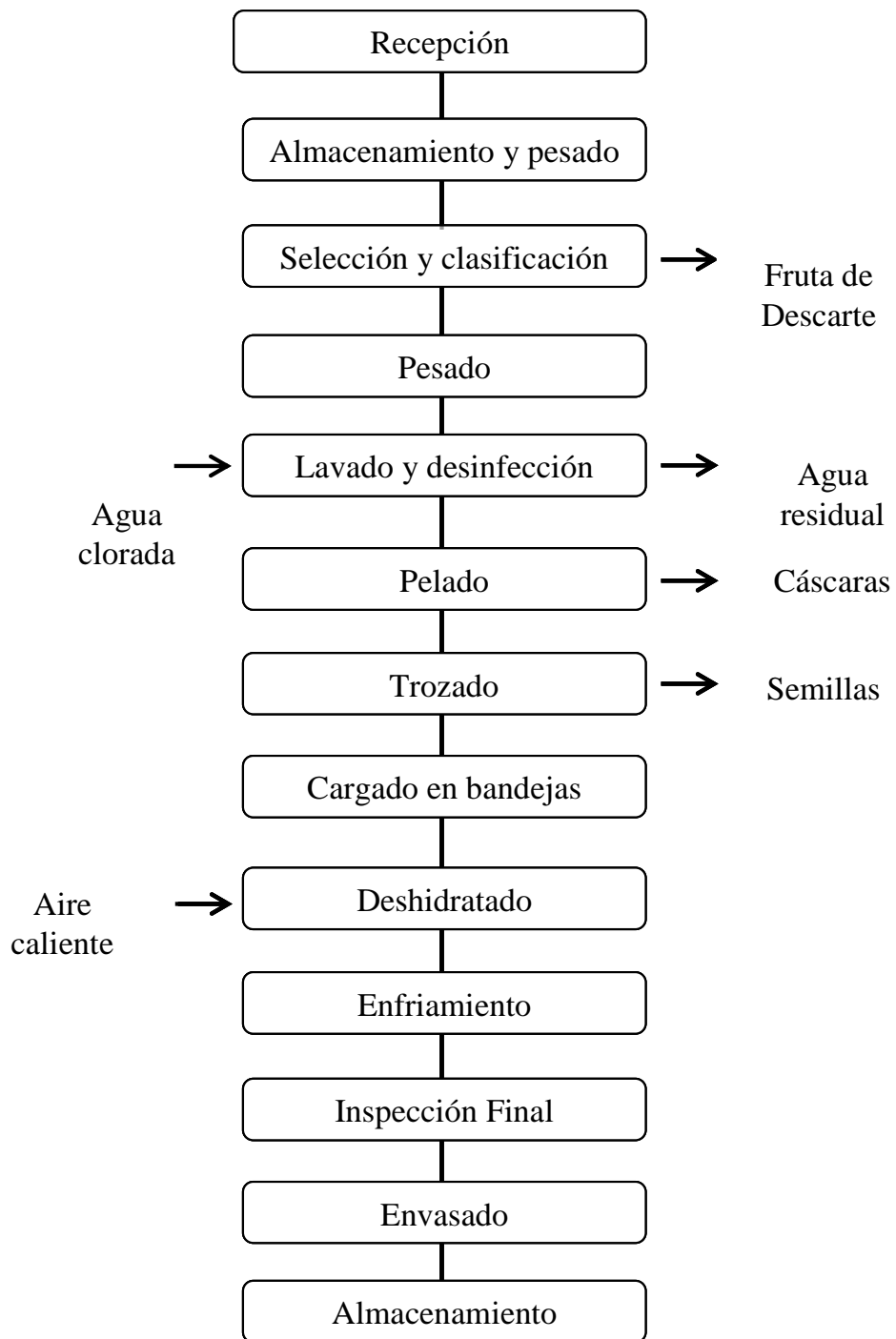
### 1.3.3. Proceso de deshidratado de frutas

El proceso para el deshidratado de frutas en general es el siguiente (Adaptado de Cárdenas, 2016), observar Figura 1.7:

- a) Recepción de materia prima: Se realiza una inspección para determinar su calidad y si cumple con las especificaciones en cuanto a sanidad (ausencia de ataques de insectos, fruta malograda, podrida), variedad y estado de madurez (grados Brix, textura, color, pH).
- b) Almacenamiento y pesado: luego de culminar la inspección, se pesa y se destina a almacenamiento o procesamiento, según corresponda.
- c) Selección y clasificación: se elimina la fruta magullada o con hongos. La clasificación se realiza por tamaño y estado de madurez.
- d) Pesado: se pesa la cantidad exacta que ingresará al proceso para determinar el rendimiento de la fruta. Asimismo, según el tipo de fruta, se pesarán los residuos: cáscara, pepa, corazón, etcétera.
- e) Lavado y desinfección: De esta manera se elimina el polvo, la suciedad y otras partículas extrañas. La fruta limpia se desinfecta, se sumerge en una solución de agua con 20 ppm de cloro por 5 minutos como mínimo. Después del lavado con agua clorada se procede a lavar con agua potable, para eliminar cualquier residuo de cloro que pudiera haber quedado.
- f) Pelado: Se realiza dos tipos de pelado, según el tipo de fruta por procesar. El pelado manual que se realiza utilizando cuchillos con filo de acero inoxidable,

y el pelado químico que se realiza aplicando una solución de soda cáustica (NaOH).

- g) Trozado: en lo posible, cortar la fruta en trozos de igual espesor. Esto ayuda a controlar los niveles de deshidratación y contribuye a la uniformidad del producto final.
- h) Cargado en bandejas: el cargado de las frutas en las bandejas debe ser tal que no estén superpuestas, sino bien distribuidas.
- i) Deshidratado: se controla las variables de temperatura y tiempo de secado.
- j) Enfriamiento: se deja que enfríe a temperatura ambiente. Luego, se procede a recoger y guardar en envases herméticos.
- k) Inspección: se procede a verificar si cumple con los requerimientos de calidad, de acuerdo con las especificaciones técnicas relativas a parámetros físicos - químicos, microbiológicos y organolépticos. La inspección es visual para poder observar que no haya materiales extraños en el producto, tales como pelos, cáscaras de fruta, metales, etcétera.
- l) Envasado, pesado, sellado y etiquetado: el proceso se realiza cuando el producto está completamente frío.
- m) Almacenamiento: asegurar que el producto se encuentre en condiciones adecuadas de conservación (lugar fresco y limpio).



**Figura 1.7. Diagrama de flujo de operaciones del deshidratado de frutas en general.**  
Fuente: Adaptado de Cárdenas (2016).

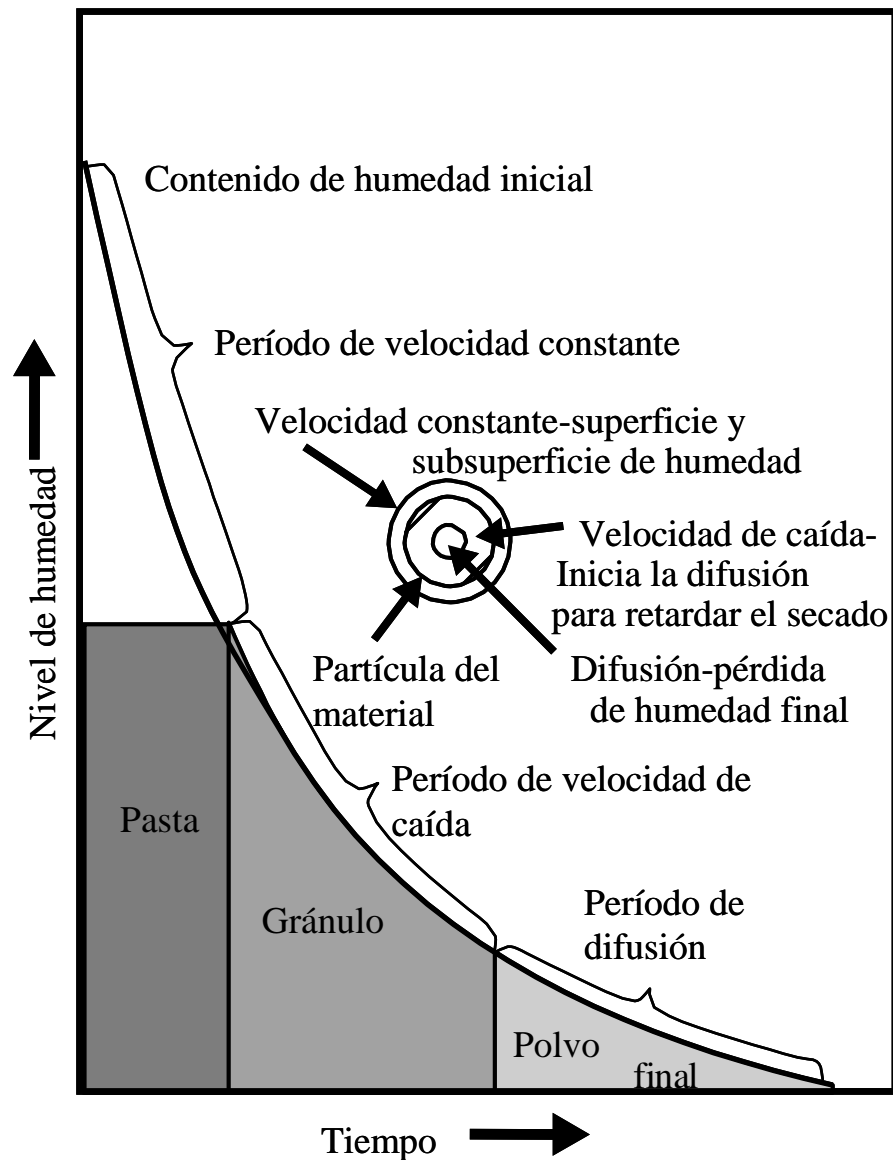
#### 1.3.4. Curva de secado

La curva de la velocidad de secado se obtiene a partir de los datos generados por un peso de una muestra de alimentos se somete a secado y la relación de pérdida de peso con el contenido de humedad. El contenido de humedad generalmente se expresa como kg o lb de agua por kg o lb de producto seco, en lugar de porcentaje de humedad en el producto alimenticio (Varzakas y Tzia, 2016). Como se dan

cambios de contenido de humedad, los valores cambian. Sin embargo, los kg de materia seca son siempre constantes durante el secado, por lo que se utiliza un punto de referencia constante cuando se refiere al secado de la materia kg de agua/kg de materia seca.

La Figura 1.8 muestra una curva típica de la pérdida de humedad durante el secado de un producto alimenticio. Como se puede demostrar, después de un periodo de equilibrio corto, el contenido de humedad disminuye rápidamente con el tiempo. Este período de secado inicial es seguido por una velocidad mucho más lenta de secado cuando el contenido de humedad del producto disminuye. La velocidad de secado es la pendiente del cambio de contenido de humedad con el tiempo (Varzakas y Tzia, 2016).

La Figura 1.9 muestra una curva de velocidad de secado típico para una condición de secado constante. El punto B representa una condición de temperatura de equilibrio de la superficie del producto. La sección BC, conocida como el período de velocidad constante, representa la eliminación de agua no ligada del producto. Durante este período, la superficie del producto es muy húmeda y el agua actúa como si el sólido no está presente (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado, 2000). La temperatura de la superficie es aproximadamente la de la temperatura de bulbo húmedo, mientras que la velocidad de secado está determinada por las condiciones exteriores de temperatura, humedad y velocidad del aire. En esta etapa de secado, la etapa de control de velocidad es la difusión del vapor de agua a través de la interfaz de aire la humedad y la velocidad a la que la superficie recupera la difusión. Hacia el final del período de velocidad constante, la humedad tiene que ser transportada desde el interior del sólido a la superficie por fuerzas capilares, y la velocidad de secado todavía puede ser constante. Cuando el contenido de humedad promedio ha llegado al contenido de humedad crítico  $X_c$ , la película superficial de humedad se ha visto reducida por evaporación que provoca un secado adicional de puntos secos que aparecen sobre la superficie (punto D).

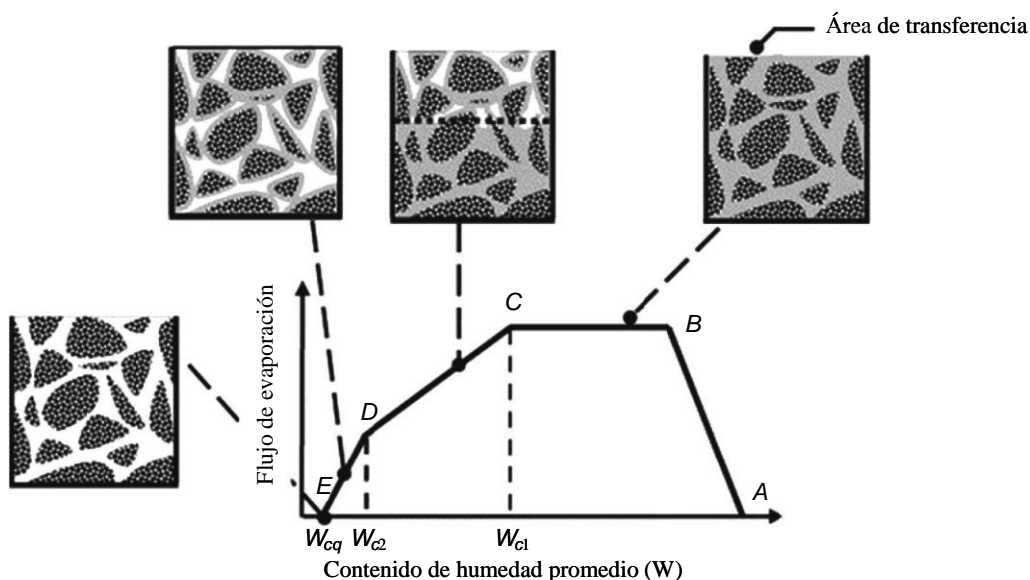


**Figura 1.8. Curva típica de la pérdida de humedad durante el secado de un producto alimenticio.**

Fuente: Adaptado de Varzakas y Tzia (2016).

La velocidad de secado cae a pesar de que la velocidad por unidad de área superficial sólido húmedo se mantiene constante. Esta segunda etapa de secado, llamado el primer periodo de velocidad decreciente, continúa hasta que la película superficial del líquido se evapora por completo. En el secado adicional, el segundo período de velocidad de caída (sección DE), la velocidad a la que la humedad se puede mover a través del sólido como resultado de los gradientes de concentración entre las partes más profundas y la superficie es la etapa de control. Durante esta etapa, algo de la humedad unida por sorción está siendo removida, y como la concentración de humedad se reduce por el secado, la velocidad de secado cae aún

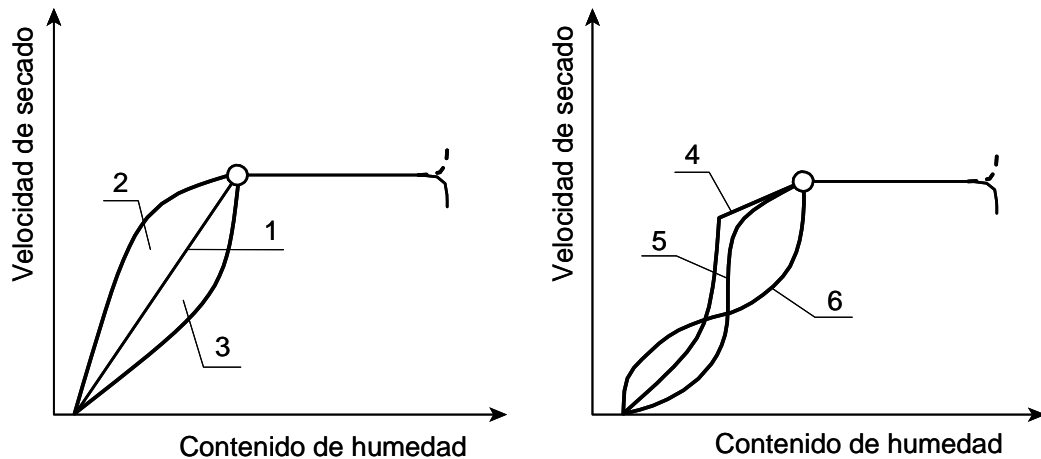
más rápidamente que antes y continúa hasta que el contenido de humedad cae al valor de equilibrio  $X_e$  para prevalecer el aire húmedo y después parar el secado (Mujumdar y Menon, 1995).



**Figura 1.9. Curva típica de velocidad de secado.**

Fuente: Adaptado de Varzakas y Tzia (2016).

La forma de la curva de velocidad de secado del período de caída depende, entre otros, por el tipo de material que se está secando. Se reportan seis tipos de curvas de secado para el segundo período de secado (Figura 1.10) (Luikov, 1958 mencionado por Varzakas y Tzia (2016).). Las dos primeras curvas son características de los cuerpos capilares porosos con grandes superficies de evaporación específicos. Las otras curvas son características de los cuerpos de tipo capilar poroso con pequeñas superficies de evaporación y específicos para los cuerpos coloidales (por ejemplo, almidón). Las curvas 4, 5 y 6 representan los cuerpos coloidal-capilar-poroso como el maíz y el pan. Según Chen y Mujumdar, 2008), la forma de las curvas de secado en el primer y segundo períodos de velocidad de secado, así como la relación entre los dos períodos dependen de las condiciones de transferencia de masa.



**Figura 1.10. Tipos de curvas de secado.**

Fuente: Adaptado de Luikov (1958) mencionado por Varzakas y Tzia (2016).

### 1.3.5. Contenido de humedad de equilibrio (isoterma de sorción)

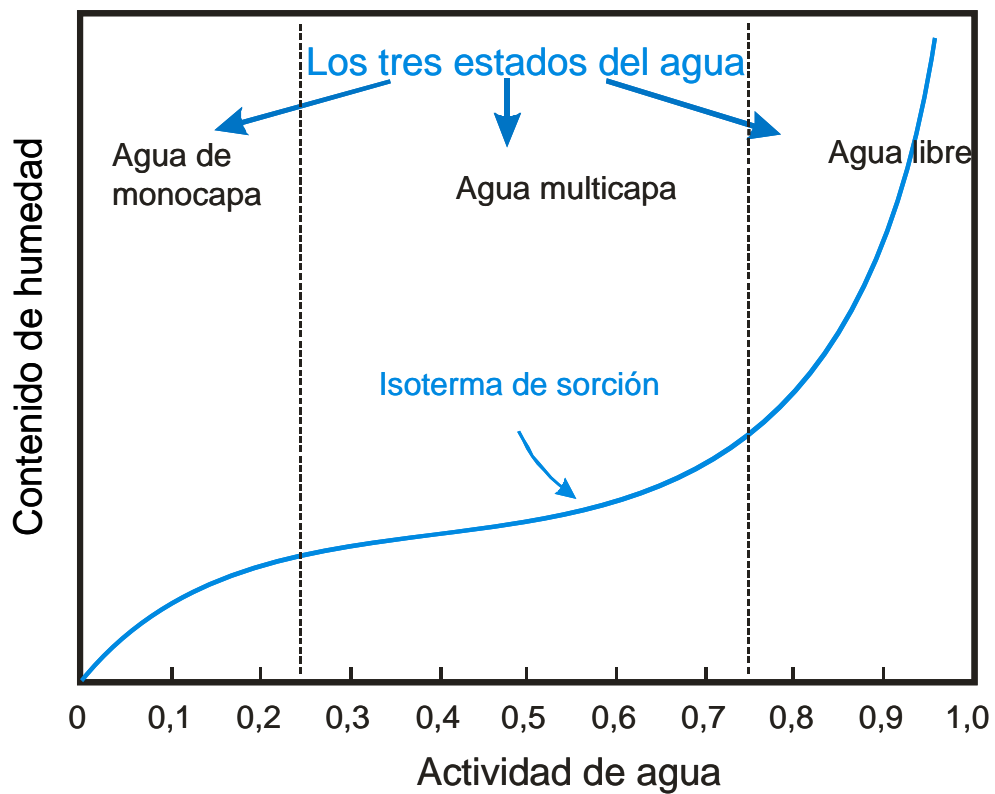
La isoterma de sorción de agua (de desorción y adsorción) es importante en la determinación de la extensión de un secado o un proceso de humidificación que puede ser operado bajo un conjunto definido de humedad relativa ambiente y la temperatura (Chen y Mujumdar, 2008). La humedad relativa (HR) se define como la presión parcial de vapor de agua en una mezcla de gases, dividido por la presión parcial que corresponde a la saturación de vapor en la misma mezcla. A la presión total constante y cuando se aplica la ley de los gases ideales, la humedad relativa es también la relación entre las concentraciones de vapor. La actividad de agua también se conoce como humedad relativa de equilibrio (HRE) (%). La relación entre la HRE y  $a_w$  está dada por la ecuación (Labuza, 1984):

$$a_w = \frac{HRE}{100} \quad [1.1]$$

La isoterma de sorción de un alimento es un gráfico en el que el contenido absoluto de agua (kg agua por kg de sólido seco) de un material alimenticio se representa como una función de la actividad de agua o HRE a una temperatura dada (Figura 1.11). Tanto la  $a_w$  (o HRE) y los contenidos de agua se han de determinar cuando el sistema ha alcanzado el equilibrio. La curva isoterma puede ser sub-dividida en isothermas de adsorción y desorción. La isoterma de adsorción sigue la ruta humectante. En este caso, una muestra completamente seca se somete a los espacios



de cabeza de humedades relativas progresivamente más altas y se le permite obtener la humedad. Cuando se alcanza el equilibrio al conjunto dado de humedad relativa, el contenido de humedad correspondiente se determina. La isoterma de desorción se obtiene siguiendo la ruta de secado. En este caso, una muestra húmeda se somete a los espacios de cabeza de humedades relativas progresivamente más bajos y se deja a perder su humedad. Cuando se alcanza el equilibrio al conjunto de espacios de cabeza, los contenidos de humedad correspondientes se miden (Labuza, 1984).



**Figura 1.11. Forma típica de las isotermas de sorción de humedad.**  
Fuente: Miranda–Zamora (2014).

## **CAPÍTULO 2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Agroindustrias de la Facultad de Ingeniería Industrial y en el laboratorio de la Facultad de Zootecnia. Los análisis físicos-químicos y microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de control de calidad de la facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura.

### **2.2. MATERIALES**

a) Materia Prima:

- Aguaymanto: Se obtuvo de la parcela del productor: Dcampo EIRL de María Alberca Ávila, procedente del distrito de Sicchez, provincia de Ayabaca.

b) Insumos:

- Cobertura de chocolate: Se adquirió en el mercado modelo de Piura.

c) Equipos e instrumentos:

- Deshidratador de bandejas en aire caliente, marca LP-309. 220 Voltios con medidas de espacio de trabajo: Altura: 1159.5mm, Ancho: 673mm, profundidad 700 mm.
- Balanza analítica
- Balanza digital
- pH-metro
- Refractómetro
- Termómetro
- Estufa
- Equipo Soxhlet
- Mufla
- Bureta
- Capsula de porcelana
- Crisol
- Desecador

- Campana de secado
- Erlenmeyer
- Espátula
- Pipetas volumétricas
- Pipeta graduada
- Vaso de precipitación
- Varillas
- Soporte universal
- Bolsas de polietileno
- Selladora
- Cámara digital
- Cocina semi-industrial

d) Reactivos

- Agua destilada
- 2,6 dicloroindofenol
- Hexano
- Fenolftaleína
- Ácido clorhídrico HCL 0.1N
- Ácido sulfúrico 1.25%
- Ácido sulfúrico 96%
- Catalizadores
- NaOH Hidróxido de sodio 1.25%
- Licor de Fehling A y B
- Cloruro de calcio
- Cloruro de sodio
- Yoduro de potasio
- Nitrato de potasio

e) Utensilios:

- Cucharas de aluminio y de palo
- Vaso plástico de 1 litro

- Baldes de 20L
- Olla de aluminio
- Jarras plásticas graduadas 2L
- Depósitos plásticos de 1L

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO FRESCO**

#### **a) Análisis físico-químico del aguaymanto fresco**

Se estudió la caracterización del aguaymanto fresco mediante la cuantificación de análisis físico-químico, para ello se determinó lo siguiente:

- Determinación de pH: se determinó por el pH-metro o potenciómetro (AOAC, 2005).
- Determinación de acidez Total: Titulación volumétrica. Acidez valorable total. NTP 203.121 (2007)
- Determinación de Sólidos solubles: se determinara por el método refractómetro. NTP 203.121 (2007)
- Índice de madurez: Relación de los sólidos solubles y la acidez. NTP 203.121 (2007)
- Determinación de humedad: NTP 205.002. (1979).
- Determinación de ceniza: se determinara por calcinación de la muestra en mufla. (AOAC, 2005).
- Determinación de grasa (método de soxhlet): AOAC 948.22 (2005)
- Determinación de fibra cruda: NTP 205.003 (1980)
- Determinación de proteína: AOAC 920.152 (2005)
- Determinación de carbohidratos: se obtendrá por diferencia:  $(100 - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{fibra} + \% \text{grasa} + \% \text{cenizas}))$ . (AOAC, 2005).
- Determinación de azúcares reductores: Método de Fheling. (AOAC, 2005).
- Determinación de vitamina C: método de AOAC 985.33 (2005)
- Determinación de vitamina A: AOAC, 2001.13. (2005).

#### **b) Análisis microbiológico aguaymanto fresco**

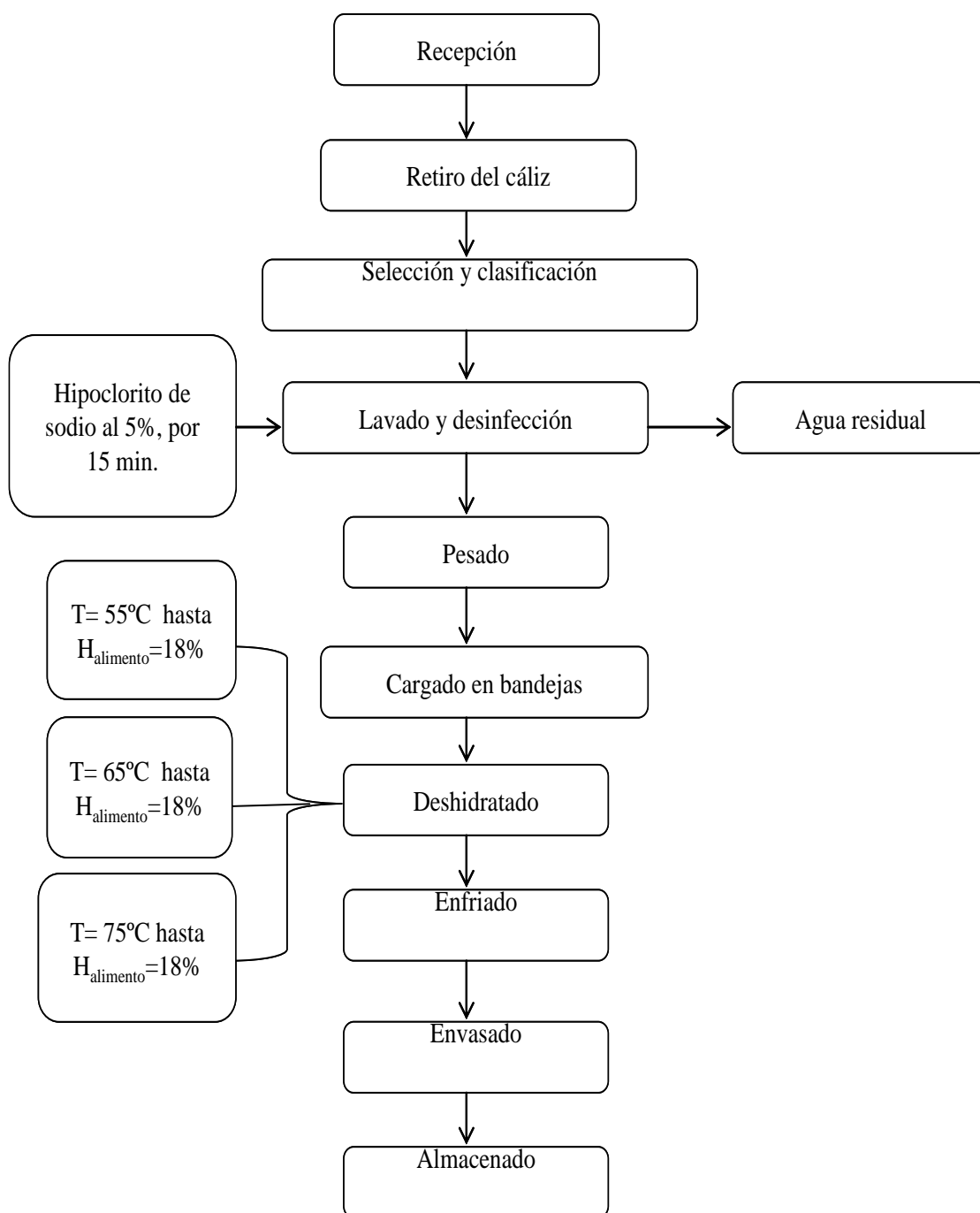
- Determinación de mohos por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de levaduras por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de *Salmonella*: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de *E.coli*: Según Método ICMSF (2000).

#### **2.3.2. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA, TIEMPO Y CINÉTICA DEL DESHIDRATADO**

En esta presente investigación, para determinar la temperatura y tiempo adecuada de deshidratado, se tomó como índice de calidad nutricional la vitamina A y vitamina C (ácido ascórbico).

Para el proceso de deshidratación, las temperaturas en estudio fueron: 55°C, 65°C y 75°C, con intervalos de tiempo de 30 minutos, a velocidad constante de 3m/s, hasta obtener una humedad máxima aproximada de 18% de acuerdo a la norma técnica para las uvas de pasas del Codex alimentario CODEX STAN 67-1981.

A continuación, se muestra en la figura 2.1 el flujo experimental para realizar el deshidratado del aguaymanto.



**Figura 2.1. Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de aguaymanto.**  
Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3.2.1. Proceso de deshidratación del aguaymanto.

Para el estudio de los parámetros del deshidratado de aguaymanto se realizaron las siguientes actividades:

a) Recepción de materia prima:

Se procedió a realizar una inspección visual del aguaymanto verificando que sea de primera calidad, debiendo reunir las siguientes características: ser fresca, sana y madura. Luego se pasó a realizar el monitoreo del peso de la fruta.



**Figura 2.2. Recepción y pesado del aguaymanto.**

Fuente: Elaboración propia

b) Retiro del cáliz:

Para la investigación solo es necesario usar el fruto, por lo que se procedió a retirar el cáliz cuidadosamente, evitando que la baya se deteriore.



**Figura 2.3. Retiro del cáliz.**

Fuente: Elaboración propia.

c) Selección y clasificación:

La clasificación del aguaymanto se realizó considerando frutos sanos, color y tamaño de los frutos. Esta operación es fundamental puesto que el tamaño y madurez adecuados de los frutos permitió obtener un producto de alta calidad.



**Figura 2.4. Selección y clasificación del aguaymanto.**

Fuente: Elaboración propia.

d) Pesado:

Previo selección y retiro del cáliz, se pasó a realizar el pesado del aguaymanto para conocer los datos de rendimiento.



**Figura 2.5. Pesado del aguaymanto sin cáliz.**

Fuente: Elaboración propia.



e) Lavado y desinfección:

Se procedió al lavado del aguaymanto con agua potable dos veces, para luego realizar la desinfección con una solución de agua con hipoclorito de sodio al 5% (0,4ml de hipoclorito de sodio/1L agua), con un tiempo de exposición de 15 minutos para eliminar las impurezas que podría tener, es decir la suciedad y los microorganismos adheridos a la superficie. Luego se lavó con agua limpia para eliminar residuos del hipoclorito de sodio, evitando así no afectar la calidad del producto final.



**Figura 2.6. Lavado y desinfección del aguaymanto.**

Fuente: Elaboración propia.

f) Cargado en bandejas:

Se procedió a colocar el aguaymanto entero sobre las bandejas del deshidratador, colocando los frutos sobre la mayor parte del área de la bandeja de tal manera que estos se encuentren bien distribuidos, para obtener así un mejor deshidratado. Cada bandeja presentaba dimensiones de 50 x 50cm y se colocó 500gr de aguaymanto por bandeja.



**Figura 2.7. Cargado de bandejas con aguaymanto.**

Fuente: Elaboración propia.

g) Deshidratado:

Para realizar las pruebas de esta investigación se utilizó un secador de bandejas con velocidad de aire constante de 3m/s, donde el aguaymanto se sometió a tres temperaturas de secado (55°C, 65°C y 75 °C). Para cada una de las temperaturas en estudio se realizó medición de pérdidas de pesos con intervalos de tiempo de 30 minutos. Iniciado el proceso de deshidratado, se retiraban las bandejas del deshidratador cada 30 minutos, luego se colocaban las muestras en bolsas de polietileno y se dejaban enfriar en una campana de secado, para luego proceder a tomar lectura del peso de la muestra, finalmente las muestras volvieron a colocarse en las bandejas dispersadas por toda el área para continuar con el proceso de deshidratación. Este proceso se prolongó hasta obtener como máximo una humedad final del aguaymanto de 18% (porcentaje de humedad referencial de las uvas de pasas, según norma del Codex alimentario CODEX STAN 67-1981), de esta manera se lograría estimar el tiempo total de deshidratado. Se realizaron cálculos específicos para las tres temperaturas de secado (55°C, 65°C y 75 °C).



**Figura 2.8. Aguaymanto antes y después de iniciar el deshidratado.**

Fuente: Elaboración propia.

h) Enfriamiento:

Terminado el proceso de deshidratado se dejó reposar por 20 minutos, para luego retirar las muestras de aguaymanto deshidratado y colocarlas en bolsas de polietileno. De inmediato estas muestras fueron colocadas en campanas de secado para ser enfriadas, evitando que absorban humedad. Considerando unos

30 minutos de reposo en la cámara de secado se pasó a tomar nota del peso final del aguaymanto deshidratado.



**Figura 2.9. Enfriado en cámara de secado y pesado del aguaymanto deshidratado.**

Fuente: Elaboración propia.

i) Envasado:

Se utilizaron bolsas de polietileno para el embalaje del aguaymanto deshidratado; se aseguró que dentro de la bolsa no exista aire evitando de esta manera la proliferación de microorganismos, luego se procedió a sellar la bolsa para impedir que el producto se contamine.



**Figura 2.10. Envasado del aguaymanto deshidratado.**

Fuente: Elaboración propia.

j) Almacenamiento:

Las muestras se almacenaron en ambientes con buenas condiciones, limpio, fresco y ventilado. El producto estuvo protegido de la luz y se evitó el contacto

con la humedad del ambiente. Se almacenó para luego continuar con los posteriores análisis.

Después del proceso de deshidratado, para cada temperatura en estudio se procedió a cuantificar la vitamina A y vitamina C; los resultados obtenidos se compararon con las vitaminas del aguaymanto fresco. Tomando como índice de calidad nutricional del aguaymanto la vitamina A y vitamina C, se determinaría los parámetros adecuados de deshidratado, eligiendo la temperatura y tiempo en donde exista menor degradación de estas vitaminas, ya que Juntamay, (2010) en su estudio manifiesta que si las vitaminas, debido a su fácil degradación, resisten a los tratamientos térmicos de los alimentos, todos los demás nutrientes se encuentran en buen estado.

Luego se procedió a desarrollar la cinética de secado expresado en base seca (Paredes, 2010). En este trabajo se desarrolló la curva la de humedad del aguaymanto (kg de agua/kg de sólidos secos) versus el tiempo (min) de acuerdo a la ecuación (1).

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

$X_i$  = Humedad del sólido

$W_s$  = Peso húmedo del sólido.

$W_f$  = Peso seco del sólido deshidratado.

#### ➤ **Cuantificación de la vitamina A y C**

Para la cuantificación de la vitamina A y C se realizaron los siguientes análisis:

- Determinación de vitamina C: método de AOAC 985.33 (2005).
- Determinación de vitamina A: AOAC, 2001.13. (2005).

### **2.3.3. OBTENCIÓN DE LA ISOTERMA DE SORCIÓN**

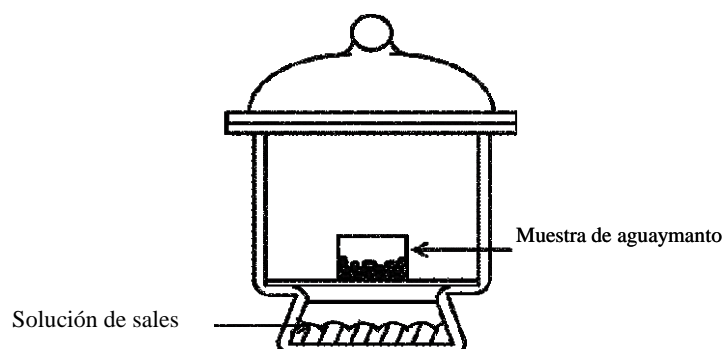
Para su obtención se usó el método isopiéstico modificado utilizando soluciones salinas saturadas tal como lo recomienda el programa COST (*European*

*Cooperation in Scientific and Technical Research*) y el programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo en Iberoamérica, 1985-1990 mencionados por Alvarado (2001). Las soluciones salinas saturadas (cloruro de calcio, yoduro de potasio, cloruro de sodio, nitrato de potasio), permitieron lograr cuatro humedades relativas que a su vez dividida entre 100 permitió obtener cuatro actividades de agua, que se muestran en el cuadro 2.1 y Figura 2.2.

**Cuadro 2.1. Actividades acuosas de las soluciones salinas usadas en la determinación de actividad de agua ( $a_w$ ).**

Solución Salina Saturada	25°C	
	$a_w^a$	He (%)
Cloruro de calcio	0,28 <sup>b</sup>	5,2689
Yoduro de potasio	0,689	15,2987
Cloruro de sodio	0,753	19,8055
Nitrato de potasio	0,936	48,9657

Fuente: Greenspan (1977) mencionado por Rahman (1995).



**Figura 2.11. Método del desecador o de la campana de desecación o isopiético.**

Fuente: Elaboración propia.

Las ecuaciones utilizadas para ajustar la tendencia de la isoterma de sorción para la muestra de aguaymanto deshidratado, fueron obtenidas mediante una hoja de cálculo de Excel 2003 (Miranda-Zamora y Adrianzén, 2008). El programa

desarrollado, permite obtener los valores de las constantes de ambos modelos como se aprecia en las figuras mostradas en el Anexo N° 9.

#### **2.3.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO**

Habiendo realizado las pruebas en estudio se realizó la caracterización del aguaymanto deshidratado, mediante los siguientes análisis:

##### **a) Análisis físico-químico del aguaymanto deshidratado**

Se realizó la caracterización del aguaymanto deshidratado mediante la cuantificación de análisis físico-químico, para ello se determinó lo siguiente:

- Determinación de pH: se determinó por el pH-metro o potenciómetro (AOAC, 2005).
- Determinación de acidez Total: Titulación volumétrica. Acidez valorable total. NTP 203.121 (2007)
- Determinación de Sólidos solubles: se determinara por el método refractómetro. NTP 203.121 (2007)
- Determinación de humedad: NTP 205.002. (1979).
- Determinación de ceniza: se determinara por calcinación de la muestra en mufla. (AOAC, 2005).
- Determinación de grasa (método de soxhlet): AOAC 948.22 (2005)
- Determinación de fibra cruda: NTP 205.003 (1980)
- Determinación de proteína: AOAC 920.152 (2005)
- Determinación de carbohidratos: se obtendrá por diferencia:  $(100 - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{fibra} + \% \text{grasa} + \% \text{cenizas}))$ . (AOAC, 2005).
- Determinación de azúcares reductores: Método de Fheling. (AOAC, 2005).
- Determinación de vitamina C: método de AOAC 985.33 (2005)
- Determinación de vitamina A: AOAC, 2001.13. (2005).

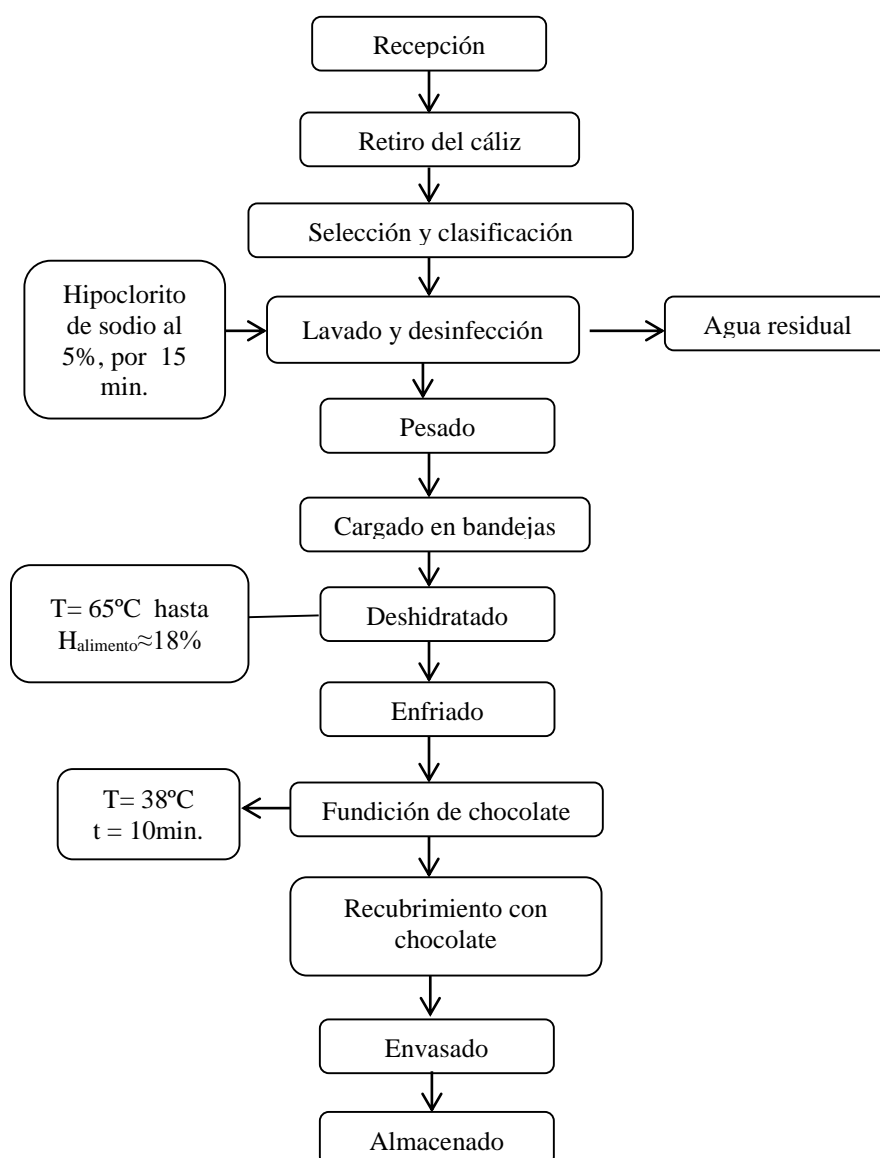
##### **b) Análisis microbiológico aguaymanto deshidratado**

- Determinación de mohos por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de levaduras por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).

- Determinación de *Salmonella*: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de *E.coli*: Según Método ICMSF (2000).

### 2.3.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE

Para obtener el aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se realizó siguiendo el flujograma de la Figura 2.12 que se muestra a continuación:



**Figura 2.12 Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de aguaymanto recubierto con chocolate.**

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3.5.1. Proceso para el deshidratado del aguaymanto cubierto con chocolate

Además de lo mencionado en la figura 2.1, se realizó lo siguiente:

#### a) Fundición del chocolate:

Se realizó en baño maría calentándola hasta 38°C, manteniendo esta temperatura por 15 minutos, pasado este tiempo y alcanzada la temperatura mencionada se colocó el recipiente que contenía la cobertura de chocolate y se dejó calentar hasta lograr fundirlo completamente.



**Fig. 2.13. Preparación del baño maría para fundición del chocolate.**

Fuente: Elaboración propia.

#### b) Bañado de la fruta:

El aguaymanto deshidratado, previamente enfriado, se introdujo en el recipiente donde se encontraba la cobertura de chocolate líquido; se cubrió totalmente cada fruto de aguaymanto deshidratado, luego se colocaron en una fuente de aluminio para ser enfriados por 15 minutos a 8°C a 10°C para que seque el chocolate, logrando obtener nuestro producto final.

#### c) Almacenamiento:

El aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se colocó en bolsas de polietileno correctamente selladas y libre aire. Parte de la producción se almacenó en lugar fresco a temperatura ambiente de 25 a 28°C y lo restante se guardó en frío a temperatura de 8 a 10°C para luego analizar y realizar comparativos de vida útil.



Para la caracterización del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate, se realizaron los siguientes análisis:

**a) Análisis físico-químico del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate**

- Determinación de humedad: NTP 205.002. (1979).
- Determinación de ceniza: se determinara por calcinación de la muestra en mufla. (AOAC, 2005).
- Determinación de grasa (método de soxhlet): AOAC 948.22 (2005)
- Determinación de fibra cruda: NTP 205.003 (1980)
- Determinación de proteína: AOAC 920.152 (2005)
- Determinación de carbohidratos: se obtendrá por diferencia:  $(100 - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{fibra} + \% \text{grasa} + \% \text{cenizas}))$ . (AOAC, 2005).
- Determinación de azúcares reductores: Método de Fheling. (AOAC, 2005).
- Determinación de calorías: Kirk *et al.* (1996). Utilizando los factores de Atwater. Para calcular la energía de un sólido o líquido se multiplican los gramos del mismo por un factor denominado “Atwater”. Los Atwater se dan en Kcal/g y son: 4 para proteínas y carbohidratos, 9 para lípidos. Los resultados de estas multiplicaciones se suman y dan la energía.

**b) Análisis microbiológico aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate**

- Determinación de mohos por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de levaduras por recuento en placas: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de *Salmonella*: Según Método ICMSF (2000).
- Determinación de *E.coli*: Según Método ICMSF (2000).

**2.3.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL GRADO DE ACEPTACIÓN DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE.**

El grado de aceptación sensorial del aguaymanto deshidratado cubierto de chocolate, se realizó mediante pruebas sensoriales afectivas con escala hedónica de 5 puntos, con un panel de 30 jueces semi-entrenados, conformados por estudiantes de la Universidad Nacional de Piura mayores de 18 y de uno y otro sexo,

quienes evaluarán el grado de satisfacción del producto final (aguaymanto deshidratado y aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate) en cuanto a parámetros de color, olor, sabor, textura y apariencia.

La ficha de evaluación sensorial que se utilizó en esta evaluación se muestra en el Anexo 1; la cual se usó con la finalidad de realizar una indagación profunda y confiable acerca de la apreciación de las personas.

Para comparar el efecto de los tratamientos sobre el análisis organoléptico entre el aguaymanto deshidratado y del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se utilizó la técnica del Análisis de varianza, para lo cual se utilizó la prueba T-Student para datos relacionados, previa verificación del supuesto de normalidad de los datos. Se utilizó un nivel de significancia de  $<0,05$ .

#### ➤ **Prueba de T-Student**

Se evaluará estadísticamente los resultados obtenidos de la prueba de ordenamiento por atributos: sabor, aroma, color, y textura mediante la prueba T-Student y se determinará si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

$$t^* = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S_x}{\sqrt{n}}}$$

Grados de libertad =  $df = n - 1$

Sabiendo que:

$\bar{X}$  = Media

$\mu$  = Valor a analizar

$S_x$  = Desviación Estandar

$\bar{X}$  = Media

N = Tamaño de muestra

- **Hipótesis Estadística**

$H_0$  = No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

$H_1$  = Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

- **Nivel de confianza**

$$\alpha = 5\%$$

### **2.3.7. DETERMINACIÓN DE LA VIDA EN ANAQUEL**

Para la determinación de la vida de anaquel de las muestras en estudio, se realizó dos métodos: método directo y mediante un modelo matemático basado en la isoterma GAB.

#### **2.3.7.1. Mediante el método directo**

Para poder determinar la vida en anaquel se realizó mediante el método directo que es uno de los más utilizados e implica almacenar el aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate bajo condiciones preseleccionadas (medio ambiente y bajo refrigeración). Por un periodo de tiempo más largo que la vida útil prevista. Se controló periódicamente en intervalos regulares de tiempo, realizando observaciones para definir el inicio del deterioro (Posada, 2011). Al encontrarse recubierto con chocolate el aguaymanto deshidratado, el deterioro inicia con la recubierta de chocolate, al ser éste un producto a base de grasa de origen vegetal, su deterioro es por oxidación lipídica. Para lo cual se realizó la medición del índice de peróxido de esta forma se determinó su vida en anaquel. Las pruebas se realizaron a las condiciones de laboratorio temperatura promedio de 25 a 28°C y humedad relativa 50 - 60% por un total de tres meses.

A las muestras de temperatura ambiente se le hizo las mediciones de peróxidos al inicio del experimento y luego se realizó la medición cada 30 días; para las muestras refrigeradas se realizó la medición cada 15 días (cuadro 2.2 y 2.3).

La determinación del índice de peróxido consiste en valorar con solución de tiosulfato de sodio el yodo liberado por una cantidad determinada de muestra (NTE INEN 0277, 1978). Se calcula mediante la siguiente formula:

$$IP = \frac{VN * 1000}{P}$$

Dónde:

- V: ml de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en el ensayo.
- N: normalidad exacta de la solución de tiosulfato sódico empleada
- P: peso en gramos de la muestra problema.

**Cuadro 2.2. Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° de refrigeración**

<b>Fecha D/M/A</b>	<b>Análisis de índice de peróxido</b>
06/07/2016	
21/07/2016	
05/08/2016	
19/08/2016	
05/09/2016	
20/09/2016	
05/10/2016	

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 2.3. Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° ambiente**

<b>Fecha D/M/A</b>	<b>Análisis de índice de peróxido</b>
05/08/2016	
05/09/2016	
05/10/2016	

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.3.7.2. Determinación de la vida en anaquel mediante un modelo matemático basado en la isoterma GAB**

El empaque, una parte integral de los procesos en alimentos, lleva acabo dos funciones en la industria alimentaria: la primera, proteger la vida de anaquel de los alimentos hasta un grado predeterminado y la segunda, atraer la atención de los consumidores en los sitios de venta (Sharma *et al.*, 2003). Se utilizó una técnica numérica o matemática combinando la isoterma de sorción GAB y el modelo de predicción del empaque para determinar la vida en anaquel. Las ecuaciones usadas por el modelo son las planteadas en el Anexo 2. Con base en la isoterma de sorción de humedad, fue posible estimar la ganancia o la pérdida de humedad retenida en un empaque para lo cual Labuza y Contreras-Medellín (1981) derivaron la ecuación que se sigue aquí para predecir el tiempo de vida útil o anaquel.

Para el caso de la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se evaluó a una temperatura de almacenamiento entre 25°C a 28°C, los cálculos se desarrollaron en una hoja de cálculo de Excel 2003 (Miranda-Zamora y Adrianzén, 2008), un programa usando el modelo para determinar la vida en anaquel basado en la isoterma de humedad GAB.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO FRESCO

#### 3.1.1. Análisis fisicoquímico

Al aguaymanto fresco, objetivo del estudio experimental procedente del distrito de Sicchez, provincia de Ayabaca, presento las siguientes características fisicoquímicas, de acuerdo a los análisis realizados que se muestran en el Cuadro 3.1 y Anexo 3.

**Cuadro 3.1. Características fisicoquímicas del aguaymanto fresco**

Medida	Aguaymanto Fresco
°Brix	14,0
pH	4,59
Acidez (%)	1,79
Índice de Madurez	7,82
Humedad (g/100g)	78,54
Proteína (g/100g)	1,62
Grasa total (g/100g)	0,28
Cenizas (g/100g)	1,05
Fibra bruta (g/100g)	4,02
Carbohidratos (g/100g)	14,47
Azúcares reductores (g/100g)	5,96
Energía total (Kcal/100g)	66,96
Vit. C (mg/100g)	26,0
Vit. A (µg/100g)	200

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados, el valor encontrado de acidez (1,79 g de ácido cítrico/100g) es muy similar al valor encontrado por Guevara y Málaga (2013), quienes mencionan valores de acidez de 1,59g ácido cítrico/100g. En cuanto a los °Brix, Restrepo (2008) mencionado por Puente *et al.*, (2011), manifiesta valores de  $13,8 \pm 0,32$ , coincidiendo con los valores encontrados en esta investigación  $14 \pm 0,32$  °Brix; sin embargo, el pH encontrado por dicho autor, de  $3,39 \pm 0,06$ , está por debajo del encontrado en la presente investigación, que alcanzó el valor de 4,59pH. La diferencia entre los valores encontrados y los reportados por los autores indicados se atribuyó al estado de madurez de los frutos, especificada en la NTC 4580 (1999). Según esta norma, los grados Brix encontrados de 14, la acidez de 1,79% y el índice de madurez de 7,82, corresponden al color de la fruta anaranjado, que bien estaría entre los estados 4 a 6.

Además el aguaymanto fresco presentó: humedad de 78,54%; proteína 1,62g; grasa total 0,28g; fibra 4,02g; ceniza 1,05g; carbohidratos 14,47g; azúcares reductores 5,96g; energía total 66,96 Kcal, Vit. C 26mg y Vit. A 200µg, valores muy parecidos obtenidos en el estudio de Guevara y Málaga (2013), mencionando que la composición fisicoquímica del aguaymanto fresco presenta valores de humedad 81,53%; proteína 1,71g; grasa total 0,26g; fibra 4,37g; ceniza 1,17g; carbohidratos 15,33g; azúcares reductores 4,96g; energía total 70,50 Kcal y Vit. C 24,21mg. Dutta, Chaudhuri y Chakraborty (2005) mencionado por Guevara y Málaga (2013), manifiestan que estas diferencias en composición se deben a diferentes factores como la variedad, el estado de madurez, el clima, la geografía del lugar de producción y las prácticas agrícolas (el uso de ciertos herbicidas afectarían negativamente).

### **3.1.2. Análisis microbiológico**

Se realizaron análisis microbiológicos al aguaymanto fresco, para determinar microbiológicamente la calidad de la materia prima. Estos resultados se observan a continuación en el Cuadro 3.2 y Anexo 3.

**Cuadro 3.2. Análisis microbiológico del aguaymanto fresco.**

Medida	Aguaymanto Fresco
Mohos (ufc/g)	-
Levaduras (ufc/g)	< 10
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	Ausencia
<i>Salmonella</i> Sp. (Ausencia 25 g)	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

Según la RM N°591-2008/MINSA que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, crea diferentes grupos de alimentos y bebidas, dependiendo de su origen y/o procesamiento, para el cual el aguaymanto fresco se encuentra en el grupo XIV de frutas, hortalizas, frutos frescos, estableciendo los criterios microbiológicos para cada grupo.

Según el Cuadro 3.2 y el Anexo 3 para el aguaymanto fresco, no se encontró mohos, y existe ausencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*., la presencia de levaduras están dentro de lo establecido (<10 ufc/g) cumpliendo con los criterios microbiológicos según RM N°591-2008/ MINSA.

### **3.2. TEMPERATURA, TIEMPO Y CINÉTICA DEL DESHIDRATADO**

#### **3.2.1 Temperatura y tiempo de deshidratado**

En el Cuadro 3.3 y Anexo 4, se observan los resultados de tiempo y humedad de las muestras objetivo del estudio, deshidratadas a temperatura de 55°C, 65°C y 75°C, observando así, una disminución sustancial en los tiempos del proceso de deshidratado a medida que se aumenta la temperatura de operación.

Para el proceso de deshidratado se trabajó con una velocidad constante de 3m/s y a intervalos de tiempo de 30 minutos.



**Cuadro 3.3. Resumen temperatura y tiempo de deshidratado del aguaymanto**

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tiempo (hrs)</b>	<b>Humedad en base humedad (%)</b>
<b>55</b>	1260	21	16,30
<b>65</b>	720	12	14,78
<b>75</b>	510	8 hrs y 30 min.	11,30

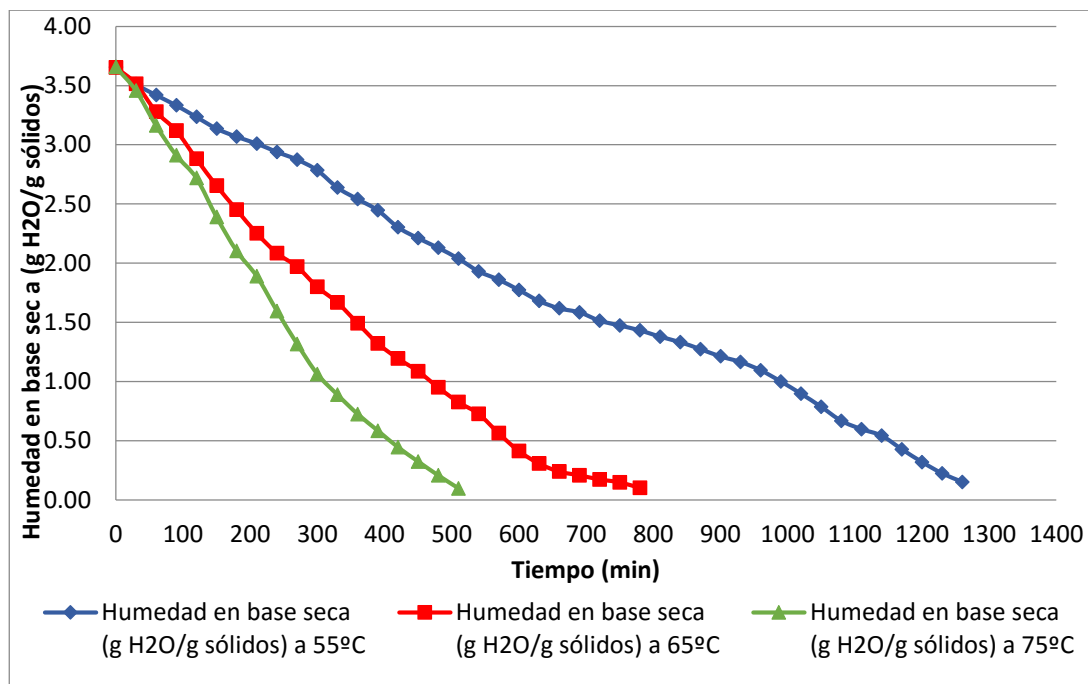
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del estudio, deshidratando a temperatura de 55°C, el tiempo requerido fue de 1260 minutos (21 horas), obteniendo una humedad final de 16,30%; para la temperatura de 65°C, el tiempo fue de 720 minutos (12 horas), con humedad de 14,78% y para la temperatura de 75°C, el tiempo fue de 510 minutos (8 horas y 30 minutos), llegando a tener una humedad final de 11,30%.

Se observó que en las tres temperaturas en estudio, la textura pasó a tener apariencia de una uva de pasa.

### **3.2.2 Cinética de deshidratado**

Habiendo realizado las pruebas de investigación y con el fin de obtener un mejor panorama comparativo se presenta la Figuras 3.1, donde se muestra la curva de secado del aguaymanto, deshidratado a tres temperaturas 55°C, 65°C y 75°C, donde se observa los cambios de humedad en base seca, en función del tiempo.



**Figura 3.1. Cinética de secado en función a la humedad en base seca y tiempo.**

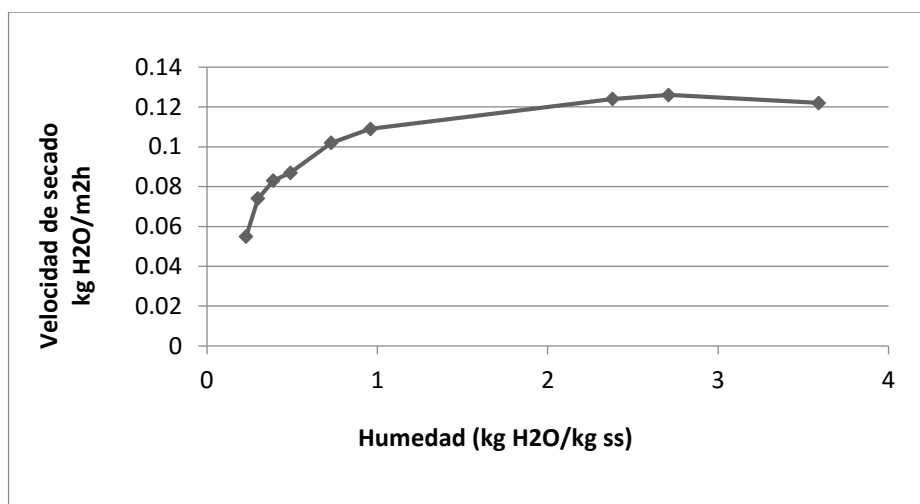
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.1 y Anexo 4 se observan los resultados de la experimentación, donde se muestran diferencias de tiempos para cada temperatura en estudio. Se ve que para la curva de temperatura de 55°C se necesitó un tiempo de exposición de 21 horas, siendo este el tiempo más largo a comparación con las otras dos curvas. En esta curva a 55°C se ve que decrece hasta las 18 horas y luego, las pérdidas de humedad son mínimas cada media hora, haciendo que la curva se vuelva casi constante. Para la temperatura de 65°C el tiempo de exposición fue de 12 horas, observando que la curva desde su inicio va en forma decreciente hasta el minuto 570 (9 horas y 30 minutos), pasado este tiempo la pérdida de humedad es mínima con poca variación conforme pasa el tiempo, haciendo una curva casi constante. Para la temperatura de 75°C el tiempo de exposición fue menor, utilizando 8 horas y 30 minutos para el deshidratado, observándose que hasta las 5 horas la curva se muestra decreciente y luego de este tiempo la pérdida de humedad es menor haciendo que sea un poco más constante.

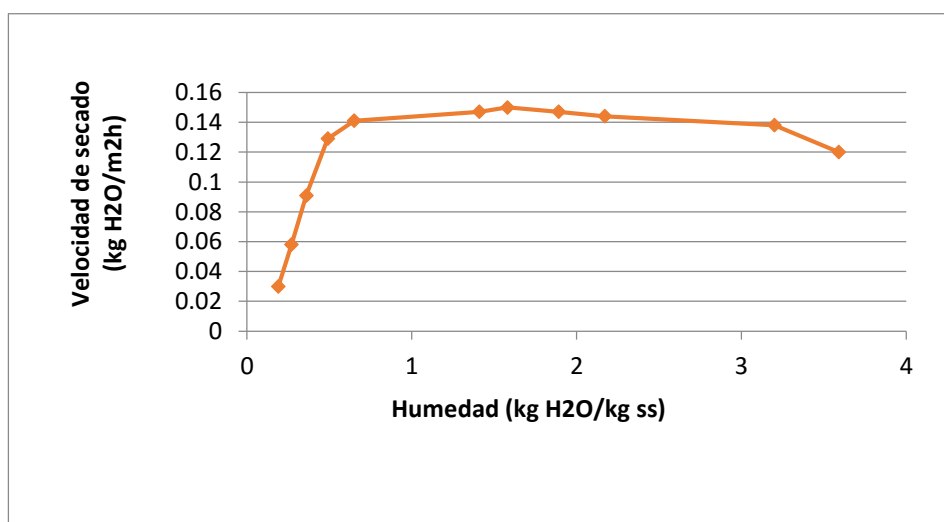
Las diferencias de tiempos se explica con lo dicho por Brooker *et al.*, (1992) mencionado por Saavedra y Zurita (2013), donde afirma que: “El tiempo de secado depende de la temperatura y de la humedad relativa del aire. Cuanto mayor es la temperatura y mayor flujo de aire, más rápido es el secado”. Para el desarrollo de

estas pruebas de investigación, para las tres temperaturas la velocidad del aire fue constante en el equipo secador de bandejas. Entonces el factor variable “temperatura” influyo en el tiempo de reducción de humedad, aplicándose que a mayor temperatura menor es el tiempo de secado.

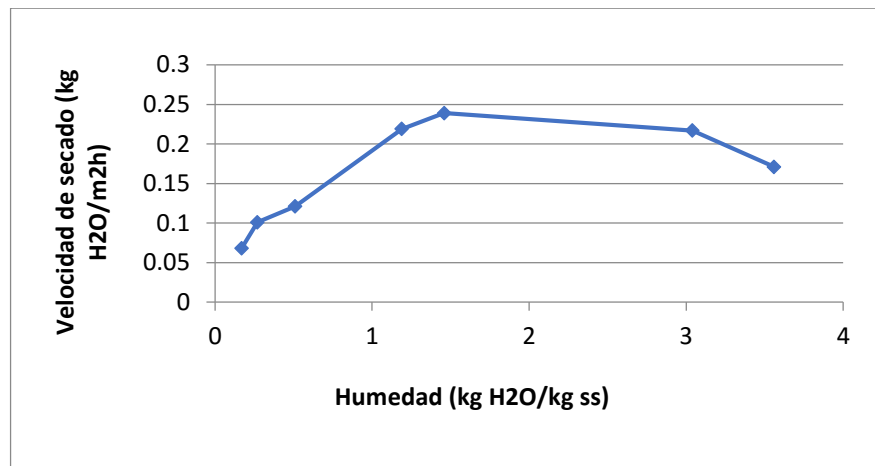
Como dato complementario se presentan las figuras 3.2, 3.3 y 3.4 en donde se grafican las curvas de velocidad de secado para cada temperatura de estudio.



**Fig. 3.2.** Curva de velocidad de secado a 55°C.  
Fuente: Elaboración propia



**Fig. 3.3.** Curva de velocidad de secado a 65°C.  
Fuente: Elaboración propia



**Fig. 3.4.** Curva de velocidad de secado a 75°C.  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.2 se puede apreciar las variaciones en la velocidad de secado. La etapa donde la velocidad de secado es constante se ve desde la humedad 3.59 Kg H<sub>2</sub>O/Kg ss hasta 0.73 Kg H<sub>2</sub>O/Kg ss, es decir hasta la hora dieciocho, donde el secado es proporcional al tiempo; a partir de esa humedad y la hora dieciocho la velocidad de secado decrece drásticamente al mismo tiempo que la humedad también baja, encontrándose en una etapa donde la velocidad de secado es baja por la no compensación de agua disponible para evaporar. (Mahecha, 2011).

En la figura 3.3 la etapa donde la curva es constante, se muestra desde la humedad 3.20 Kg H<sub>2</sub>O/Kg ss hasta 0.65 Kg H<sub>2</sub>O/Kg ss, es decir hasta la hora nueve con 30 minutos donde el secado es proporcional al tiempo. A partir de esa humedad y la hora nueve con 30 minutos el flujo de humedad del interior a la superficie no alcanza para mantener una evaporación uniforme, por lo que la velocidad disminuye paulatinamente.

En la figura 3.4 se observa que la curva se vuelve constante desde la humedad 3.04 Kg H<sub>2</sub>O/kg ss hasta la humedad 1.19 Kg H<sub>2</sub>O/Kg ss, es decir hasta la hora 5 donde el secado es proporcional al tiempo. A partir de esa humedad y la hora cinco la velocidad de secado decrece drásticamente al mismo tiempo que la humedad también baja, encontrándose en una etapa donde la velocidad de secado es baja por la no compensación de agua disponible para evaporar. Se observa también que la

temperatura influye en la velocidad de secado, es decir que mientras mayor sea la temperatura, mayor será la velocidad de secado y viceversa como ya se mencionó anteriormente.

### 3.2.3 Cuantificación de vitamina A y C

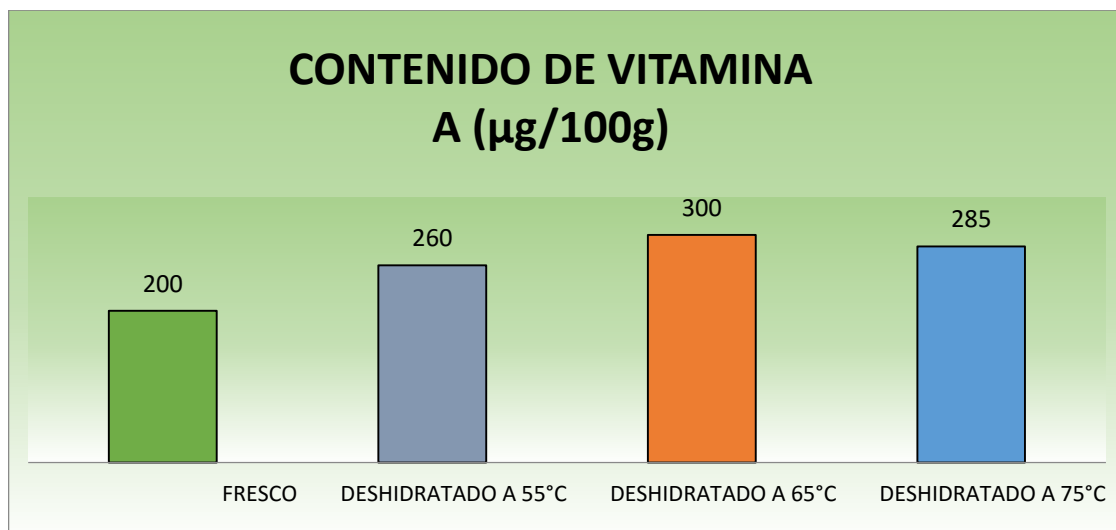
Para nuestro estudio de investigación se realizó la cuantificación de la vitamina A y C del aguaymanto deshidratado a las tres temperaturas en estudio (55°C, 65°C y 75°C). Posteriormente, estos resultados se compararon con los del aguaymanto fresco, para determinar la temperatura y tiempo adecuado de deshidratado. Se analizó el porcentaje de pérdida de estas vitaminas y se concluyó que a una temperatura de 65°C y tiempo de 12 horas serán los parámetros adecuados para el deshidratado, ya que a esta temperatura y tiempo se obtiene menor degradación de vitaminas, tanto para la vitamina A y C.

En el Cuadro 3.4 y 3.5; y Anexo 5, se muestra los resultados de contenido de vitamina A y C para el aguaymanto fresco y deshidratado.

**Cuadro 3.4. Análisis de vitamina A y % de pérdida de aguaymanto fresco y deshidratado**

Aguaymanto	Tiempo (hrs)	Vit. A (µg/100g)		
		Base húmeda	Base seca	%Pérdida
<b>Fresco</b>		200		-
<b>Deshidratado a 55°C</b>	21	-	260	72,05
<b>Deshidratado a 65°C</b>	12	-	300	67,75
<b>Deshidratado a 75°C</b>	8 hrs y 30 min.	-	285	69,36

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.5 Contenido de vitamina A (ug/100g) de aguaymanto fresco y deshidratado a 55°, 65° y 75°C.**

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3.4 y Figura 3.5 se observa que el aguaymanto fresco contiene 200 µg/100g de Vit. A, mientras que para el aguaymanto deshidratado a 55°C en un tiempo de 21 horas se obtuvo 260 µg/100g Vit. A con una pérdida de 72,05%; deshidratando a 65°C en un tiempo de 12 horas se obtuvo 300 µg/100g y 67,75% de pérdida; y finalmente deshidratando a 75°C en 8 horas y 30 minutos se obtiene 285 µg/100g con 69,36% de pérdida. Todos los resultados de vitamina A son equivalentes a retinol.

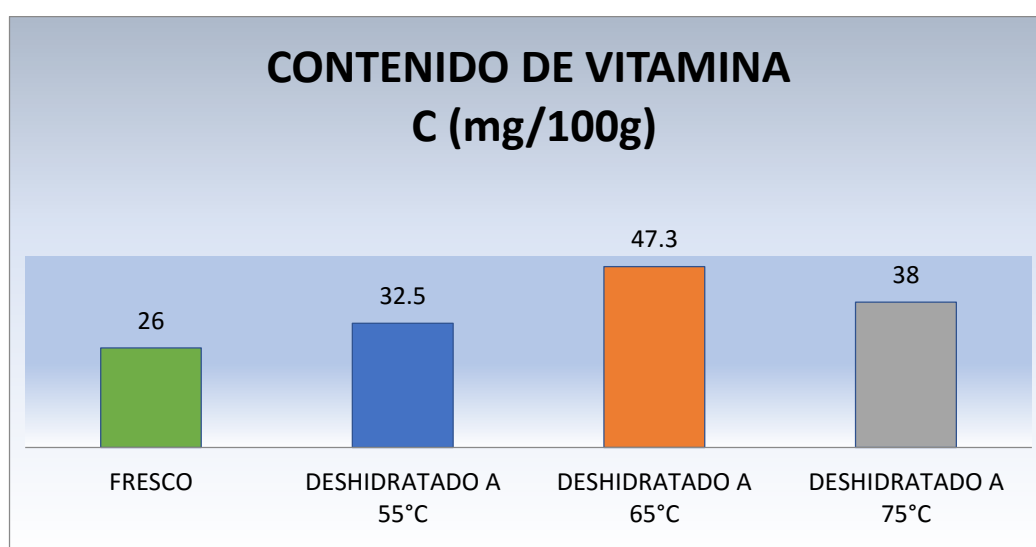
Se obtuvo 200 µg/100g de vitamina A en el producto fresco, valor inferior al mencionado por Puente *et, al.* (2011), que alcanzó la cifra de 243 µg/100g.

Por lo tanto, se observa en esta investigación que la temperatura adecuada para el deshidratado del aguaymanto fue de 65°C en un tiempo de 12 horas, obteniendo una pérdida de 67,75%.

**Cuadro 3.5. Análisis de vitamina C de aguaymanto fresco y deshidratado.**

Aguaymanto	Tiempo (hrs)	Vit. C (mg/100g)		
		Base húmeda	Base seca	%Pérdida
Fresco		26		-
Deshidratado a 55°C	21	-	32,5	73,12
Deshidratado a 65°C	12	-	47,3	60,89
Deshidratado a 75°C	8hrs y 30 minutos	-	38	68,58

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.6 Contenido de vitamina C (ug/100g) de aguaymanto fresco y deshidratado a 55°, 65° y 75°C.**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en el Cuadro 3.5 y Figura 3.6, se obtuvo 26 mg/100g de vitamina C en el aguaymanto fresco, valor que se encuentra dentro del rango reportado por varios autores, así tenemos que Guevara y Málaga (2013), reporta un valor menor a 28,55 mg/100g., y Osorio y Roldan (2003) mencionado por Puente *et al.*, (2011) cita un valor mayor a 20 mg/100g para aguaymanto fresco.

Además, se observa que el aguaymanto deshidratado a 55°C en un tiempo de 21 horas se obtuvo 32,5 mg/100g de Vit. C con una pérdida de 73,12%, a temperatura de 65 °C en un tiempo de 12 horas, el contenido de vitamina fue de 47,3 mg/100g

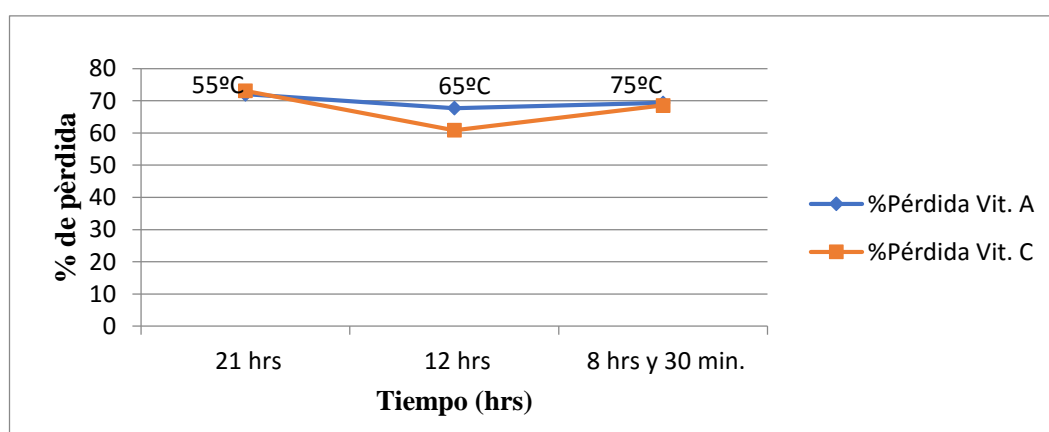
con % pérdida de 60,89%, y a una temperatura de 75 °C el tiempo fue de 8 horas y 30 minutos, el contenido de vitamina fue de 38 mg/100 g obteniendo un % de pérdida de 68,58%.

Por lo tanto, según lo observado en el cuadros anterior, deshidratando el aguaymanto a 65°C en un tiempo de 12 horas, se obtiene 47,3 mg/100g de Vit. C con un menor porcentaje de pérdida de 60,89%.

Márquez *et al.*, (2003), manifiesta en su estudio de deshidratado de mora que el porcentaje de pérdida de vitamina C a 65°C fue de 74%, valor que difiere a los resultados obtenidos debido a la clase de materia prima y también la metodología utilizada ya que ellos en su estudio, licuaron la mora para ser deshidratada.

Los niveles de ácido ascórbico en los frutos son variables, tendiendo a disminuir estacionalmente. Estos valores pueden diferir por varios factores, entre ellos: suelo, clima, labores culturales, variedad, estado de madurez, etc. (Juntamay, 2010).

En la Figura 3.7, se muestra gráficamente el porcentaje de pérdida ligero de vitaminas A y C, donde se observa que a 65°C en un tiempo de 12 horas se obtiene una menor pérdida de estas vitaminas.



**Figura 3.7. Porcentaje de pérdida de vitamina A y C.**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 ISOTERMA DE SORCIÓN DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO



En la Figura 3.8 y 3.9 y Anexo 6 se muestran las isothermas BET y GAB obtenidas mediante un programa desarrollado con hoja de cálculo de Excel 2003 (Miranda-Zamora y Adrianzén, 2008). El programa permite obtener los valores de las constantes de ambos modelos como se aprecia en las figuras mostradas en el Anexo 6 y que se resumen en el Cuadro 3.6.

**Cuadro 3.6. Coeficiente de determinación y constantes de ambos modelos (BET y GAB).**

	<b>Modelo BET</b>	<b>Modelo GAB</b>
Coeficiente de Determinación ( $R^2$ )	0,7957	0,9970
Constante de BET	-7,9091	-
Valor de la monocapa (% en base seca)	3,7071	6,1148
Constante K	-	0,9399
Constante C	-	4,8575

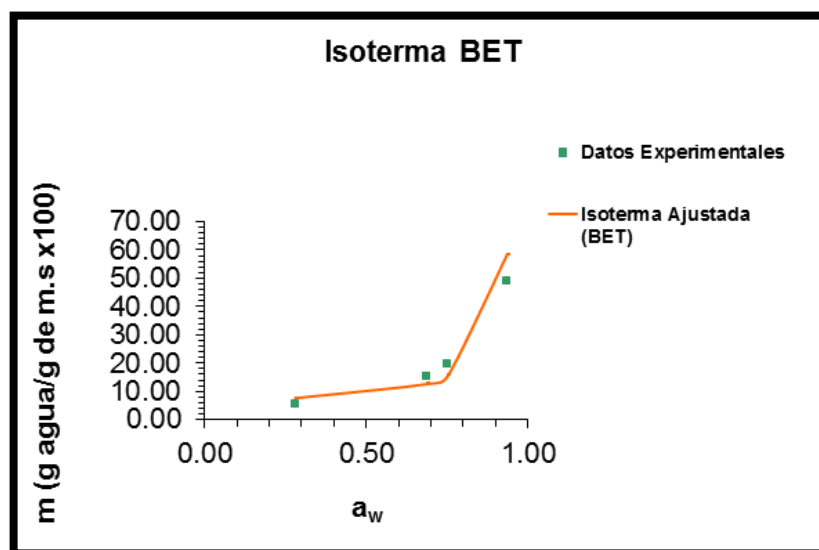
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro se observa que entre ambos modelos (BET y GAB) existen diferencias de casi el doble en el valor de monocapa, pero el coeficiente de determinación más alto permite decidir el modelo más adecuado para la muestra de aguaymanto deshidratado, siendo el modelo GAB el que tiene un coeficiente de determinación de 0,9970 cercano a la unidad, así el valor de monocapa es de 6,11%. El valor de la monocapa es de particular importancia porque indica la cantidad de agua fuertemente adsorbida en sitios específicos y se considera que es el valor al cual un producto alimenticio es el más estable (Andrade *et al.*, 2011). El valor de monocapa de ambos modelos BET y GAB está generalmente alrededor de una actividad de agua de 0,2-0,4 tal como lo afirma Labuza (1984).

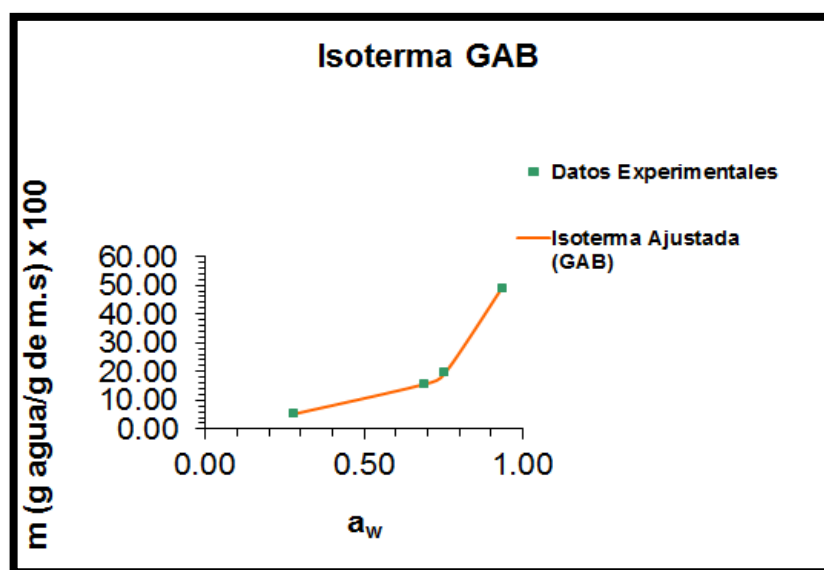
Este trabajo coincide con el estudio presentado por Ocampo, (2006) para pulpa de mango deshidratado y Martínez, (2015) para aguaymanto deshidratado, quienes mencionan el modelo GAB como el modelo de mejor ajuste de datos experimentales.

Además Martínez, (2015) en su estudio muestra al modelo GAB con valor de monocapa de 9,95%, coeficiente de determinación de 0,97; constante K 0,93; estos

resultados difieren a los encontrados en este estudio debido a la metodología, y al origen de la materia prima utilizada.



**Figura 3.8. Isoterma de sorción BET.**  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.9. Isoterma de sorción GAB.**  
Fuente: Elaboración propia.

De las Figuras 3.8 y 3.9 se desprende que el contenido de humedad de equilibrio del aguaymanto deshidratado se incrementa con el aumento de la actividad de agua. Además, se observa que para valores altos de actividad de agua el contenido de

humedad de equilibrio aumenta con gran rapidez. Se aprecia que se obtuvo isoterma de tipo II, de forma sigmoidea o tipo S, que es la forma típica de isoterma de alimentos (Mathlouthi y Rogé, 2003) mencionado por Martínez, (2015). Resultados similares han sido reportados por Ocampo, (2006) para isotermas de la pulpa de mango.

### **3.4. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO**

#### **3.4.1 Análisis fisicoquímico**

Para la caracterización, fisicoquímica y microbiológica del aguaymanto deshidratado se tomó el de mejor rendimiento de vitamina A y Vitamina C, que como se mencionó anteriormente fue el de 65°C (Cuadro 3.7 y Anexo 7).

**Cuadro 3.7. Composición fisicoquímica del aguaymanto deshidratado a 65°C**

<b>Medida</b>	<b>Aguaymanto Deshidratado</b>
°Brix	41,2
pH	4,41
Acidez (%)	5,95
Humedad (g/100g)	14,13
Proteína (g/100g)	5,06
Grasa total (g/100g)	1,45
Cenizas (g/100g)	4,14
Fibra bruta (g/100g)	8,13
Carbohidratos (g/100g)	67,12
Azúcares reductores (g/100g)	28,12
Energía total (Kcal/100g)	301,77
Vit. C (mg/100g)	47,3
Vit. A (µg/100g)	300

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se muestran en el Cuadro 3.7 referente a °Brix y %Acidez, difieren a los valores encontrados por Juntamay, (2010), reportando valores de 75°Brix y pH 4. Ademáa, menciona que obtuvo lo siguiente: humedad 12,36%, proteína 9,12g; grasa 0,35g; ceniza 10,42g; fibra 13,49g; azúcares 18,20g; valores diferentes obtenidos en nuestro estudio, debido a la diferencia de temperaturas aplicada en sus tratamientos (70°C) y el suelo empleado para su cultivo.

### 3.4.2. Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos al aguaymanto deshidratado a 65°C para determinar microbiológicamente la calidad del producto. Estos resultados se observan a continuación en el Cuadro 3.8 y Anexo 7.

**Cuadro 3.8. Análisis microbiológico del aguaymanto deshidratado**

<b>Medida</b>	<b>Aguaymanto Deshidratado</b>	<b>RM N°591-2008/MINSA</b>
Mohos (ufc/g)	3,7 x 10	<10 <sup>2</sup> ufc/g
Levaduras (ufc/g)	1,2 x 10	<10 <sup>2</sup> ufc/g
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	0	Ausencia
<i>Salmonella</i> Sp. (Ausencia 25 g)	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

El aguaymanto deshidratado, se encuentra en el grupo XIV de frutas, hortalizas, frutos frescos y otros vegetales, establecido por la RM N°591-2008/MINSA. Según esto, los resultados obtenidos cumplen con las especificaciones microbiológicas establecidas como se observa en el cuadro 3.8, ya que se requiere tener ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* Sp. Además con respecto a mohos y levaduras la norma establece <10<sup>2</sup>ufc/g para ambas, comparando con nuestros resultados, se encuentran dentro de lo establecido por la norma.

### 3.5. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE

#### 3.5.1. Análisis fisicoquímico

Al igual que los anteriores tratamientos, también se analizó características físico químicas al aguaymanto recubierto con chocolate, cuyos resultados se observan en el Cuadro 3.9 y Anexo 8.

**Cuadro 3.9. Composición fisicoquímica del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate**

<b>Medida</b>	<b>Chocolate de cobertura</b>	<b>Chocolate comercial: vicio</b>
Humedad (g/100g)	8,50	-
Proteína (g/100g)	7,02	13,63
Grasa total (g/100g)	13,46	31,82
Cenizas (g/100g)	3,09	-
Fibra bruta (g/100g)	7,18	4,55
Carbohidratos (g/100g)	60,76	54
Azúcares reductores (g/100g)	31,15	40,90
Energía total (Kcal/100g)	392,13	545,5

Fuente: Elaboración propia

Al no encontrar bibliografía como referencia, se tomó un chocolate comercial del mercado de Piura, chocolate vicio, dando como resultado que nuestro producto presenta valores diferenciados, mostrando así que nuestro producto es bajo en calorías, grasa, azúcares y rico en fibra. En cuanto a valores de proteínas y carbohidratos presenta una mínima diferencia, esto se debe a que el interior de nuestro chocolate es aguaymanto deshidratado, mientras que el chocolate vicio comercial utiliza en su interior la almendra para ser recubierta con chocolate.

### 3.5.2. Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos al aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate, para determinar microbiológicamente la calidad del producto final. Estos resultados se observan a continuación en el Cuadro 3.10 y Anexo 8.

**Cuadro 3.10. Análisis microbiológico del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate**

<b>Medida</b>	<b>Aguaymanto recubierto con Chocolate</b>	<b>RM N°591-2008/MINSA</b>
Mohos (ufc/g)	1,0 x 10	<10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	0	<3 ufc/g
<i>Salmonella</i> Sp. (Ausencia 25 g)	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados microbiológicos obtenidos en el estudio, podemos decir que el producto final cumple con los estándares de calidad microbiológicas, ya que estos se han comparado con la norma RM N°591-2008/MINSA, estableciendo al aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate en el grupo VII productos de confitería. Según la norma, los resultados obtenidos se encuentran por debajo de lo estipulado por esta. Por lo tanto se considera un producto de calidad microbiológicamente inocuo.

### 3.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE Y SIN CHOCOLATE.

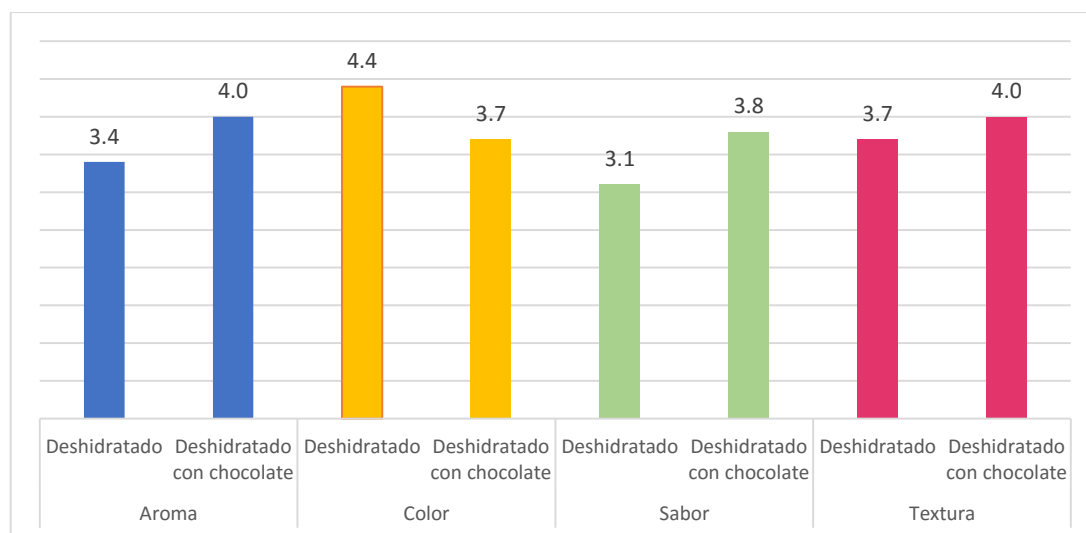
Se realizó la evaluación sensorial del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate y sin chocolate, para determinar el grado de aceptación.

En el Cuadro 3.11 se observa el análisis de varianza con los resultados de la comparación de ambos productos por los jueces de panel sensorial.

**Cuadro 3.11. Comparación de las características del Aguaymanto deshidratado y deshidratado con chocolate**

Características	Tratamientos	N	Media	Desviación estándar	Sig.
Aroma	Deshidratado	30	3,4	,67	0,008**
	Deshidratado con chocolate	30	4,0	,79	
Color	Deshidratado	30	4,4	,50	0,000**
	Deshidratado con chocolate	30	3,7	,47	
Sabor	Deshidratado	30	3,1	,71	0,006**
	Deshidratado con chocolate	30	3,8	1,19	
Textura	Deshidratado	30	3,7	,65	0,037**
	Deshidratado con chocolate	30	4,0	,64	

Fuente: Datos obtenidos del experimento



**Figura 3.10. Comparación de las características organolépticas del Aguaymanto deshidratado y del Aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se observan en la figura 3.10, el Aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate tiene un mejor aroma, sabor y textura que el Aguaymanto deshidratado; los resultados de la prueba indican una valoración promedio cercana a los 4 puntos, que evidencia que a los jueces les gustan dichas características del producto. Estas valoraciones son significativamente (Sig. <0.05) más altas que las logradas por el aguaymanto que solo fue deshidratado, cuya percepción media solo alcanzó los 3 puntos, evidenciando que los jueces

encontraron diferencias a dichas características. En cuanto a la valoración de color del aguaymanto, los resultados también indican diferencias significativas (Sig. <0.05), siendo más alta en el producto que solo ha sido deshidratado, aunque técnicamente la valoración con ambos tratamientos evidencia que el producto es de la aceptación de los jueces.

### **3.7. VIDA EN ANAQUEL DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE**

El estudio de vida en anaquel del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se realizó mediante dos métodos que se muestran a continuación:

#### **3.7.1. Determinación de la vida en anaquel mediante el método directo**

El aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se controló periódicamente tal como lo demuestran los análisis del Anexo 9 y 10, y Cuadros 3.12 y 3.13.

**Cuadro 3.12. Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° de refrigeración**

<b>Fecha D/M/A</b>	<b>Análisis de índice de peróxido</b>
06/07/2016	0,00
21/07/2016	0,00
05/08/2016	0,00
19/08/2016	0,00
05/09/2016	0,00
20/09/2016	0,00
05/10/2016	0,00

Fuente: Elaboración propia.



**Cuadro 3.13. Medición de índice de peróxido en el aguaymanto cubierto con chocolate a T° ambiente**

<b>Fecha D/M/A</b>	<b>Análisis de índice de peróxido</b>
05/08/2016	0,00
05/09/2016	0,00
05/10/2016	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros, en el aguaymanto recubierto con chocolate almacenado a temperatura ambiente (25 – 28°C) y a temperatura de refrigeración (8 a 10°C), no se encontró peróxido en las muestras, mostrando cero como el número de miliequivalentes de oxígeno por kg de muestra. Por lo tanto no se ha encontrado el inicio del deterioro tal como lo recomendó Posada (2011).

El enranciamiento se produce principalmente por oxidación de los ácidos grasos insaturados, aunque también intervienen triglicéridos simples hasta complejos fosfolípidos y lipoproteínas (Braverman, 1967, Cheftel, y Cheftel, 1976). La rancidez oxidativa altera el olor, el sabor, las propiedades físicas y disminuye el valor nutritivo de los alimentos (Mehlenbacher, 1979). Se debe de tener en cuenta que se utilizó una de las técnicas que retardan la reacción de oxidación tal como la refrigeración (Hui *et al.*, 2016), esto hace que la vida en anaquel supere a los 90 días (3 meses).

### **3.7.2 Determinación de la vida en anaquel mediante un modelo matemático basado en la isoterma GAB**

Para la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate se evaluó a una temperatura de almacenamiento de 25°C a 28°C. Para efectuar los cálculos, se desarrolló un programa en una hoja de cálculo de Excel 2003 (Miranda-Zamora y Adrianzén, 2008), programa que usa el modelo para determinar la vida en anaquel basado en la isoterma de humedad GAB (observar Figura 3.11).

46	A	0.0229	Área del empaque ( $m^2$ )
47	$a_{w0}$	0.52	Actividad de agua de las condiciones de almacenamiento
48	$P_s$	3157.93	Presión de Saturación a 25°C (Pa)
49	$W_D$	9.15	Sólidos totales (Peso seco) (g)
50	$M_i$	9.29	Contenido de humedad inicial del producto (% en base seca)
51	$M_f$	15	Contenido de humedad final del producto (% en base seca)
52	k	0.9399	Constante
53	$W_m$	6.11	Valor de monocapa (% en base seca)
54	C	4.8575	Constante de GAB
55			
56			
57	H	-62.774787	
58	$\epsilon$	3.944229	
59	$\phi$	-0.1023837	
60	t	<b>155.45052</b>	Vida en anaquel (días)
61		5.181684	Vida en anaquel (Meses)
62			

**Figura 3.11. Pantalla de formato de salida de los resultados del modelo matemático para determinar la vida en anaquel mediante la isoterma GAB.**

Fuente: Elaboración propia.

El programa desarrollado mediante la hoja de cálculo le da una vida útil a la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate, 5.18 meses que es concordante con la literatura que le da a la cubierta de chocolate hasta 6 meses de vida en anaquel (Eatbydate, 2012), esto almacenado a una temperatura de 25°C y una actividad de agua de la muestra de 0,52 y empacado en un envase flexible para lo que se usaron datos tomados de Xiong (2002).

Se encontró que el método de GAB era el adecuado para predecir la vida útil de la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.

## CONCLUSIONES

- El aguaymanto fresco presento las siguientes características fisicoquímicas: 14,0°Brix; pH: 4,59; acidez: 1,79%; índice de madurez: 7,82; humedad: 78,54g/100g; proteína: 1,62g/100g; grasa total: 0,28g/100g; cenizas: 1,05g/100g; fibra bruta: 4,02g/100g; Carbohidratos: 14,47g/100g; azúcares reductores: 5,96g/100g; energía total: 66,96 Kcal/100g; Vit. C: 26,0 mg/100g; Vit. A: 200 µg/100g.
- La temperatura y tiempo adecuado del deshidratado del aguaymanto para ser recubierto con chocolate es a 65°C con un tiempo de 12 horas, con Vit. C 47,3mg y Vit A 300ug, obteniendo una mínima pérdida de 67,75% y 60,89% respectivamente.
- La cinética de secado de la curva a 65°C presenta una forma decreciente, hasta que llega un punto en que la velocidad se mantiene casi constante, es decir hasta los 570 minutos. En este tiempo el flujo de humedad del interior hacia la superficie no alcanza para mantener una evaporación uniforme, por lo que la velocidad disminuye paulatinamente.
- La isoterma de sorción que se adecua al aguaymanto deshidratado es el modelo GAB con un coeficiente de determinación de 0,9970; valor de monocapa es de 6,11%;  $K = 0,9399$  y  $C = 4,8575$ .
- Las características fisicoquímicas del aguaymanto deshidratado son las siguientes: 41,2 °Brix; pH: 4,41; acidez: 5,95%; humedad: 14,13g/100g; proteína: 5,06g/100g; grasa total: 1,45g/100g; cenizas: 4,14g/100g; fibra bruta: 8,13g/100g; carbohidratos: 67,12g/100g; azúcares reductores: 28,12g/100g; energía total: 301,77 Kcal/100g; Vit. C: 47,3 mg/100g; Vit. A: 300 µg/100g.

- Las características fisicoquímicas del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate son las siguientes: humedad: 8,5g/100g; proteína: 7,02g/100g; grasa total: 13,46g/100g; cenizas: 3,09g/100g; fibra bruta: 7,18g/100g; Carbohidratos: 60,76g/100g; azúcares reductores: 31,15g/100g; energía total: 392,13 Kcal/100g.
- El aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate fue de mayor aceptabilidad en comparación con el aguaymanto deshidratado sin recubrimiento.
- La evaluación del índice de peróxido durante la vida de anaquel, resultó cero miliequivalentes de oxígeno por kg de muestra, durante los 3 meses de almacenamiento, mostrando estabilidad.
- Mediante el modelo matemático basado en la isoterma GAB, la vida útil del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate fue de 5.18 meses.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un estudio de prefactibilidad para el aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.
- Para las futuras investigaciones, se podría determinar los costos de producción del aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.
- Se recomienda utilizar la misma metodología para el estudio de otras frutas.
- Se recomienda realizar pruebas experimentales con aguaymanto de procedencia distinta a la del presente estudio a fin de comprar y analizar la influencia de los factores ambientales y compararlos con este estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J.-D. (2001). Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia.
- Alvarado, J.-D. (2013). Principios de ingeniería aplicados en alimentos. 2da. Ed. Secretaría de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato.
- AMPEX (Asociación Macroregional de Productores para Exportación) (2008). Perfil de mercado. Aguaymanto: Chiclayo-Lambayeque.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). (2005). AOAC Official methods of analysis. 18<sup>th</sup> edition. USA.
- Aparcana, I. y Villarreal, L. (2014). Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. Tesis para optar el título profesional de químico farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- AREX (Asociación Regional de Exportadores de Lambayeque). (2008). Perfil comercial Aguaymanto deshidratado.
- Barboza-Cánovas, G. y Vega-Mercado, H. (2000). Deshidratación de alimentos. Zaragoza, ES. Edit. Acribia, S.A.
- Braverman, J. (1967). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Editorial Omega. Barcelona (España).
- Brito, D. (2002). Producción de uvilla para exportación. Agroexportación de productos no tradicionales. Quito, Ecuador: Fundación Aliñambi.
- Cárdenas, J. (Editor). (2016). Crea tu empresa. Frutas deshidratadas. Documento ampliado de negocio para la Ficha 18. Ministerio de la Producción (PRODUCE), Agencia Belga de Desarrollo (CTB Perú), Universidad del Pacífico y EMPRENDE UP. Disponible en: <<http://www.crecemype.pe/portal/images/stories/files/img/crea-tu-empresa/colección-16-20/ficha-extendida-18-frutas-deshidratadas.pdf>>. Ingresado: 24/06/16.
- CCI (Corporación Colombia Internacional). (1994). Análisis internacional del sector hortofrutícola para Colombia. Universidad de los Andes, & Departamento de Planeación Nacional. Bogotá: El Diseño.
- Chen, X.D. y Mujumdar, A.S. (2008). Drying Technologies in Food Processing. Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom.

- Chia, C.L.; Nishima, M.S. y Evans, D.O. (1997). Poha. CTAHR Fact Sheet. Horticultural Commodity No. 3. University of Hawaii. Manoa.
- Codex alimentarios. Norma del Codex para las Uvas pasas. Codex STAN 67-1981
- COVENIN 52. (1999). Chocolate. 2 da Revisión. Norma venezolana. Caracas, Venezuela.
- De la Cruz, E. y Pereira, I. (2009). Historias, saberes y sabores en torno al cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de Barlovento, Estado Miranda. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, 10(2), 97-120.
- Díaz, A. (2009). Diseño estadístico de experimentos. 2da edición. Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Eatbydate. (2012). How Long Does Chocolate Last? Disponible en: <<http://www.eatbydate.com/other/sweets/chocolate-shelf-life-expiration-date/>>. Ingresado: 02/04/17.
- Franco, L., Matiz, G., Calle, J., Pinzon, R. y Ospina, L. (2007). Antiinflammatory activity of extracts and fractions obtained from *Physalis peruviana* L. calyces. Biomedica, 27 (1), 110–115.
- Furr, A. (2013). Barcelona market dried fruit. España. Disponible en: <<http://es.freeimages.com/photo/barcelona-market-dried-fruit-1461493>>. Ingresado: 24/06/16.
- Guevara, A., Málaga, R., (2013) Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Disponible <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337430545008>>. Ingresado 08/05/2017.
- Gutiérrez Hernández, C. (2011). Efecto de la proporción de pulpa de aguaymanto/berenjena y porcentaje de pectina en la consistencia y sabor de la mermelada obtenida a partir del aguaymanto (*Physalis Peruviana*) y berenjena (*Solanum Melangena*) utilizando el método de superficie de respuesta. Tesis de grado para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <[http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/tesises/efecto\\_d\\_la\\_proporcion\\_d\\_pulpa\\_d\\_aguaymanto\\_berenjena\\_y\\_porcentaje\\_de\\_pectina\\_en\\_la\\_consistencia\\_y\\_sabor\\_d\\_la\\_mermelada.pdf](http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/tesises/efecto_d_la_proporcion_d_pulpa_d_aguaymanto_berenjena_y_porcentaje_de_pectina_en_la_consistencia_y_sabor_d_la_mermelada.pdf)>. Ingresado: 24/06/16.

- Hui, Y.H., Evranuz, E.Ö., Bingöl, G., Erten, H., Jaramillo-Flores, M.E. (2016). Handbook of vegetable preservation and processing. CRC Press Taylor & Francis Group.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). (2000). Microorganismos de los Alimentos. Vol. 1. Técnicas de análisis microbiológico. 2da edición. Ed. Acribia. España.
- Juntamay T. E, (20109). “Evaluación nutricional de la Uvilla (*Physalis peruviana* L.) deshidratada a tres temperaturas mediante un deshidratador en bandejas”. Tesis para obtener el Título de Bioquímico Farmacéutico. Ecuador.
- Labuza, T.P. (1984). Moisture Sorptions: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use. Am Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Labuza, T.P. y Contreras-Medellín, R. (1981) Prediction of moisture protection requeriments for foods. Cereal Foods World, 26(7):335-343.
- Mahecha G. J.C., (2011). Determinación de los Parámetros para la Simulación Matemática del Proceso de Deshidratación de la Uchuva (*Physalis Peruviana* L.) Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Magíster en Ingeniería – Ingeniería Agrícola. Colombia.
- Marquez, C. J., Ciro, V.H (2003). “Deshidratación de Mora de Castilla (*rubus glaucus*) bajo régimen convectivo con aire forzado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Martinez, G.L.E. (2015). Efecto de la temperature en isotermas de adsorción de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) deshidratado. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Piura-Facultad de Ingeniería Industrial, Piura, Perú.
- Mayorga, H., Knapp, H., Winterhalter, P. Y Duque, C. (2001). Glycosidically bound flavor compounds of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49 (4), 1904–1908.
- Mehlenbacher, V.C. (1979). Análisis de grasas y aceites. Volumen 6 de Enciclopedia de la química industrial. Urmo.
- Merino, S.G.J. (2012). Modificación del uso de campanas de desecación en la elaboración de isotermas de sorción de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura-Facultad de Ingeniería Industrial, Piura, Perú.



- Miranda–Zamora, W.R. (2014). Modificación del uso de campanas de desecación en la elaboración de isothermas de sorción de cacao (*Theobroma cacao* L.). XIX Congreso Internacional de Ingeniería (VISIÓN 2014), Viernes 17 de Octubre, La Molina. Lima, Perú.
- Miranda-Zamora, W.R. y Adrianzén, A. (2008). Diseño y simulación de isothermas de adsorción en alimentos mediante el uso de la hoja de cálculo. Informe final de trabajo de investigación. Universidad Nacional de Piura.
- Mujumdar, A.S. y Menon, A.S. (1995). Drying of solids. En: Handbook of Industrial Drying, A.S. Mujumdar (ed.), 2nd edn. New York: Marcel Dekker.
- Musinguzi, E., Kikafunda, J. y Kiremire, B. (2007). Promoting indigenous wild edible fruits to complement roots and tuber crops in alleviating vitamin A deficiencies in Uganda. Arusha, Tanzania: Proceedings of the 13th ISTRC Symposium, 763–769.
- NRC (National Research Council). (1989). Goldenberry (Cape Gooseberry). Lost crops of the incas: Little-known plants of the andes with promise for worldwide cultivation. Washington D.C.: National Academy Press.
- NTC 4580 (1999). Requisitos generales del fruto de la uchuva. Norma Técnica Colombiana. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Disponible en: < <https://kontii.files.wordpress.com/2012/10/ntc-4580.pdf>>. Ingresado: 24/06/16.
- NTE INEN 0277. (1978). Grasas y aceites. Determinación del índice de peróxido. Disponible en: <<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0277.1978.pdf>>. Ingresado 27/05/16.
- NTP 205.002 (1979). Cereales y Menestras. Determinación del contenido de humedad. Método usual. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Lima.
- NTP 203.121(2007). Frutas andinas tipo berries (bayas). Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Lima.
- NTP 203.121. (2007). Frutas andinas tipo berries (Bayas). Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco. Especificaciones. 1ª Edición. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Indecopi. Lima, Perú.

- NTP 205.003. (1980). Revisión 2011: Cereales y menestras. Determinación de la fibra cruda. Lima. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
- NTP–ISO 2859–1. (2008). Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. Disponible en: <<http://www.valedistribuciones.com/iso2859-1.pdf>>. Ingresado: 13/06/2016.
- Ocampo, A. (2006). Modelo cinético del secado de la pulpa de mango. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín – Colombia.
- Paredes, V.D.F. (2010). Evaluación nutricional de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) deshidratada por método de bandejas a tres temperaturas. Tesis para optar el Título de Bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Pérez, E. (2015). Chocolate cocoa by products technology, rheology, styling, and nutrition. Nova Science Publishers, Inc. New York.
- Posada, C.C. (2011). Recopilación de estudios de tiempos de vida útil de productos nuevos y ya existentes de la compañía de galletas NOEL S.A.S. Informe de práctica empresarial para optar al título de ingeniería de alimentos. Corporación universitaria lasallista. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Caldas. Disponible en: <[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/683/1/Recopilacion\\_estudios\\_vida\\_util.pdf.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/683/1/Recopilacion_estudios_vida_util.pdf.pdf)>. Ingresado: 27/05/16.
- Puente, L., Pinto, C., Castro, S. y Cortes, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. Food Research International 44:1733–1740.
- Puig, A., Vidal, D. y Lluch, M<sup>a</sup>. (1993). Aplicación del modelo de G.A.B. a la predicción de la actividad de agua en lentejas precocidas. Revista Alimentos N°1. Volumen 18, páginas 5-9.
- Rahman, S. (1995). Food Properties Handbook. CRC Press Inc. EUA.
- Ramadan, M.F. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. Food Research International 44:1830–1836.
- Repo de Carrasco, R. y Zelada, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Revista de la Sociedad Química Perú, 74 (2), 108–124.

- Restrepo, A. (2008). Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y Fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. Facultad de Ciencias Agropecuarias, vol. Magíster en ciencia y tecnología de alimentos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- RM N°591-2008/MINSA. “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.
- Rodríguez, S. y Rodríguez, E. (2007). Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Revista Médica Vallejana, 4 (1), 43–52.
- Saavedra, T. J, y Zurita O. J. (2013). “Desarrollo y evaluación de una infusión filtrante a base de hojas de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) y manzanilla (*Matricaria chamimilla*)”. Tesis para optar el título de ingeniera en Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias.
- Sharma, S.K., Mulvaney, S.J. y Rizvi, S.S.H. (2003). Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Limusa Wiley.
- Tinco, E. y Magallanes, N. (2008). Estudio de los parámetros para la deshidratación de alcachofas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Disponible en: < <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/40371125.pdf>>. Ingresado: 24/06/16.
- Torres, J. (2011).Elaboración del néctar de uvilla (*Physalis peruviana* L.), utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización. Tesis de grado en Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte.
- Varzakas, T. y Tzia, C. (2016). Handbook of Food Processing: Food Preservation. Taylor & Francis Group, LLC.
- Velezmoro, J. (2004). Perfil de mercado del aguaymanto. Programa desarrollo rural sostenible. Universidad del Pacífico.
- Xiong, L. (2002). Determination and prediction of shelf life of moisture-sensitive post® shredded wheat cereal. A project in packaging as a partial fulfillment of the requirements for PKG 815 “Shelf Life and Permeability”. School of Packaging, Michigan State University.

- Zavala, D., Mauricio, Q., Pelayo, A., Posso, M., Rojas, J. y Wolach, V. (2006). Citotoxic effect of *Physalis peruviana* (capuli) in colon cancer and chronic myeloid leukemia. *Anales de la Facultad de Medicina*, 67 (4), 283–289.

## ANEXOS

### ANEXO N°1: Hoja de evaluación sensorial para el aguaymanto deshidratado.

#### Pruebas sensoriales

#### Aguaymanto deshidratado

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES:

*Por favor sírvase a degustar la siguiente muestra de aguaymanto deshidratado y calificar bajo los siguientes parámetros.*

*Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra, marque el número correspondiente a la descripción que considere apropiada de acuerdo a su criterio de aceptación. Anote también el código de la muestra.*

#### RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me Gusta	Me gusta mucho

Atributo	1	2	3
Apariencia			
Aroma			
Color			
Sabor			
Textura			

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2. Modelo de vida en anaquel basado en la isoterma GAB

Si la isoterma de adsorción es descrita por el modelo de GAB, la vida en anaquel es dada por la integración de la ecuación [2.1]

$$\int_0^t dt = \frac{x m_s}{P_s A K_w} \int_{M_i}^{M_f} \frac{dM}{\left( \frac{HRE(\%)}{100} - a_{w_i}(M) \right)} \quad [2.1]$$

Dónde:

$K_w$  = Permeabilidad del envase flexible al vapor de agua (g de H<sub>2</sub>O mil/m<sup>2</sup> h atm)

$P_s$  = Presión de vapor saturado a la temperatura de almacenamiento (Pa)

$A$  = Área de la superficie del envase flexible (m<sup>2</sup>)

$x$  = Espesor del envase flexible (mil)

$M$  = Contenido de humedad del producto (g de H<sub>2</sub>O/g de sólidos totales)

$m_s$  = Peso del producto seco (g)

HRE (%) = Humedad relativa en equilibrio (%)

La actividad de agua de un producto está relacionada con su contenido de humedad de equilibrio, por lo que será necesario conocer dicha relación. Para ello se determina experimentalmente la isoterma de adsorción a la temperatura de almacenamiento. A partir de dicha curva se selecciona la zona de interés, es decir desde el  $a_w$  inicial hasta el  $a_w$  de su vida útil.

Usando la ecuación de GAB, los resultados de las ecuaciones son mostrados debajo:

$$t = \frac{H}{\varepsilon \varphi} \quad [2.2]$$

donde:

$$H = \left[ M_f - M_i + \frac{2 X_m C}{\varepsilon} \ln \left( \frac{\varepsilon M_f - 2 X_m C}{\varepsilon M_i - 2 X_m C} \right) \right] \quad [2.3]$$

$$\varepsilon = (1 - C)[(2k a_{w_0}) - 2] \quad [2.4]$$

$$\varphi = \frac{P_s A K_w}{2k(1-C) \times m_s} \quad [2.5]$$

Fuente: Labuza *et al.* (1972).

# ANEXO N°3: Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto fresco.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



### INFORME DE ENSAYO N° 038-2016

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE : ANA SOFIA MORANTE SILUPU  
DOMICILIO LEGAL : Jr. Paita N° 750. Tambogrande-Piura  
PRODUCTO DECLARADO : FRUTO FRESCO DE AGUAYMANTO  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto (*Physalis peruviana linnaeus*) para ser recubiertos con chocolate".  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 350 g  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno sellada  
MUESTREO : Realizado por el solicitante  
NORMA DE REFERENCIA : RM N° 591-2008/MINSA "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".  
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/05/2016  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 04/05/2016  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 17/06/2016

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
<b>ENSAYOS FISICO QUIMICOS</b>		
Humedad (g/100g)	78.53	-
Proteína (g/100g)	1.61	-
Grasa total (g/100g)	0.28	-
Cenizas (g/100g)	1.05	-
Fibra bruta (g/100g)	4.02	-
Carbohidratos (g/100g)	14.50	-
Azúcares reductores (g/100g)	5.96	-
Energía Total (Kcal/100g)	66.96	-
<b>ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>		
Escherichia coli (ufc/g)	<10	100
Salmonella sp. (Ausencia/25g)	Ausencia	Ausencia

#### METODO DE ENSAYO:

Humedad : AOAC 952.08, 19th Edition. Gravimetric Method.  
Proteína : AOAC 940.25, 19th Ed. Nitrogen (Total): Kjeldahl methods.  
Grasa : AOAC 948.15, 19th Ed. Fat (Crude)  
Cenizas totales : AOAC 938.08, 19th Ed. Ash  
Carbohidratos : Por diferencia  
Energía total : Por Cálculo  
Escherichia coli : ICMSF Método 1, Pág. 131-134, 138, 139-142, 2da Ed. Reimpresión 2000  
Salmonella sp. : ICMSF Pág. 172-176 Item 10: (a) y (c), 177 II - 178 III, 2da Ed. Reimpresión 2000

#### CONCLUSIÓN:

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados se concluye que es, **CONFORME**, respecto a los documentos normativos y/o documentos de referencia del presente documento.

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA. NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 17 de Mayo del 2016



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
Ing. Fidel Gonzales Mecható  
C.I.P. N° 63458  
JEFE

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
labocontrol@unp.edu.pe  
atencioncliente.labo@unp.edu.pe@gmail.com



## ANEXO 4

**Cuadro 4.1 Tiempo requerido por el aguaymanto deshidratado a 55°C para lograr un contenido de humedad aceptable (18%)**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Peso de aguaymanto (g)</b>	<b>Peso de sólidos (g)</b>	<b>Peso de humedad (g)</b>	<b>Humedad en base húmeda (%)</b>	<b>Humedad en base seca (g H<sub>2</sub>O/g sólidos)</b>
0	500.68	107.55	393.13	78.52	3.66
30	485.44	107.55	377.89	77.84	3.51
60	475.41	107.55	367.9	77.38	3.42
90	466.08	107.55	358.5	76.92	3.33
120	455.54	107.55	348.0	76.39	3.24
150	444.97	107.55	337.4	75.83	3.14
180	437.51	107.55	330.0	75.42	3.07
210	431.33	107.55	323.8	75.07	3.01
240	423.71	107.55	316.2	74.62	2.94
270	416.76	107.55	309.2	74.19	2.88
300	407.09	107.55	299.5	73.58	2.79
330	391.3	107.55	283.8	72.51	2.64
360	380.86	107.55	273.3	71.76	2.54
390	370.75	107.55	263.2	70.99	2.45
420	355.31	107.55	247.8	69.73	2.30
450	345.35	107.55	237.8	68.86	2.21
480	336.63	107.55	229.1	68.05	2.13
510	326.8	107.55	219.3	67.09	2.04
540	315.28	107.55	207.7	65.89	1.93
570	307.66	107.55	200.1	65.04	1.86
600	298.28	107.55	190.7	63.94	1.77
630	288.3	107.55	180.8	62.70	1.68
660	281.62	107.55	174.1	61.81	1.62
690	277.98	107.55	170.4	61.31	1.58
720	270.48	107.55	162.9	60.24	1.51
750	266.02	107.55	158.5	59.57	1.47

780	261.66	107.55	154.1	58.90	1.43
810	255.86	107.55	148.3	57.97	1.38
840	250.9	107.55	143.4	57.13	1.33
870	244.58	107.55	137.0	56.03	1.27
900	237.94	107.55	130.4	54.80	1.21
930	232.86	107.55	125.3	53.81	1.17
960	225.28	107.55	117.7	52.26	1.09
990	217.66	107.55	110.1	50.59	1.02
1020	204.00	107.55	96.5	47.28	0.90
1050	192.10	107.55	84.6	44.01	0.79
1080	179.32	107.55	71.8	40.02	0.67
1110	171.84	107.55	64.3	37.41	0.60
1140	165.84	107.55	58.3	35.15	0.54
1170	154.96	107.55	47.4	30.59	0.44
1200	144.56	107.55	37.0	25.60	0.34
1230	135.32	107.55	27.8	20.52	0.26
1260	128.5	107.55	21.0	16.30	0.19

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4.2. Tiempo requerido por el aguaymanto deshidratado a 65°C para lograr un contenido de humedad aceptable (18%)**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Peso de aguaymanto (g)</b>	<b>Peso de sólidos (g)</b>	<b>Peso de humedad (g)</b>	<b>Humedad en base húmeda (%)</b>	<b>Humedad en base seca (g H<sub>2</sub>O/g sólidos)</b>
0	500.56	107.55	393.01	78.52	3.65
30	485.58	107.55	378.03	77.85	3.51
60	460.27	107.55	352.7	76.63	3.28
90	443.08	107.55	335.5	75.73	3.12
120	417.53	107.55	310.0	74.24	2.88
150	393.02	107.55	285.5	72.63	2.65
180	371.2	107.55	263.7	71.03	2.45
210	349.7	107.55	242.2	69.25	2.25
240	331.76	107.55	224.2	67.58	2.08
270	319.43	107.55	211.9	66.33	1.97
300	301.10	107.55	193.6	64.28	1.80
330	286.88	107.55	179.3	62.51	1.67
360	268.15	107.55	160.6	59.89	1.49
390	249.75	107.55	142.2	56.94	1.32
420	236.07	107.55	128.5	54.44	1.19
450	224.53	107.55	117.0	52.10	1.09
480	209.81	107.55	102.3	48.74	0.95
510	196.43	107.55	88.9	45.25	0.83
540	185.82	107.55	78.3	42.12	0.73
570	168.14	107.55	60.6	36.04	0.56
600	151.98	107.55	44.4	29.23	0.41
630	140.62	107.55	33.1	23.52	0.31
660	133.31	107.55	25.8	19.32	0.24
690	129.98	107.55	22.4	17.26	0.21
720	126.21	107.55	18.7	14.78	0.17

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4.3. Tiempo requerido por el aguaymanto deshidratado a 75°C para lograr un contenido de humedad aceptable (18%)**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Peso de aguaymanto (g)</b>	<b>Peso de sólidos (g)</b>	<b>Peso de humedad (g)</b>	<b>Humedad en base húmeda (%)</b>	<b>Humedad en base seca (g H<sub>2</sub>O/g sólidos)</b>
0	500.89	107.55	393.34	78.52	3.66
30	479.56	107.55	372.01	77.57	3.46
60	447.8	107.55	340.3	75.98	3.16
90	420.68	107.55	313.1	74.43	2.91
120	400.01	107.55	292.5	73.11	2.72
150	364.66	107.55	257.1	70.51	2.39
180	333.63	107.55	226.1	67.76	2.10
210	314.81	107.55	203.1	65.84	1.89
240	279.06	107.55	171.5	61.46	1.59
270	249.21	107.55	141.7	56.84	1.32
300	221.89	107.55	114.3	51.53	1.06
330	203.03	107.55	95.5	47.03	0.89
360	185.51	107.55	78.0	42.02	0.72
390	170.44	107.55	62.9	36.90	0.58
420	155.37	107.55	47.8	30.78	0.44
450	142.37	107.55	34.8	24.46	0.32
480	129.74	107.55	22.2	17.10	0.21
510	121.25	107.55	13.7	11.30	0.13

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 5: Análisis de vitamina A y C de aguaymanto fresco y deshidratado a tres temperaturas.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Pág. 1 / 1

#### INFORME DE ENSAYO N° 039-2016

SOLICITANTE :	ANA SOFIA MORANTE SILUPU
DOMICILIO LEGAL :	Jr. Paita N° 750. Tambogrande-Piura
PRODUCTO DECLARADO :	AGUAYMANTO
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana linnaeus</i> ) para ser recubiertos con chocolate"
CANTIDAD DE MUESTRA :	04 muestra x 350 g
CODIFICACIÓN POR EL CLIENTE :	M01: Fruta fresca de aguaymanto M02: Aguaymanto deshidratado a 55°C M03: Aguaymanto deshidratado a 65°C M04: Aguaymanto deshidratado a 75°C
FORMA DE PRESENTACIÓN :	Bolsa de polietileno sellada
MUESTREO :	Realizado por el solicitante
NORMA DE REFERENCIA :	Ninguno
FECHA DE RECEPCIÓN :	04/05/2016
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO :	04/05/2016
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO :	17/06/2016

ENSAYOS	RESULTADOS			
	M01	M02	M03	M04
Vitamina A (µg/100g)	200	260	300	285
Vitamina C (mg/100g)	26.0	32.5	47.3	38.0

#### METODO DE ENSAYO:

Vitamina A : AOAC 2001.13, 18th Edition. Determination of vitamin A (Retinol) in foods  
 Vitamina C : AOAC 985.33.C50, 18th Edition. Metodo Titrimetrico co 2,6 - Diclouroindofenol

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO UNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
 NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
 ESTE DOCUMENTO ES VALIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DIAS.

Piura, 17 de Mayo del 2016



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 Ing. Fidel Gonzales Mecható  
 C.I.P. N° 63458  
 JEFE

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
 Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
 Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
 labocontrolfip@unp.edu.pe  
 atencioncliente.labocontrolfip@gmail.com

## ANEXO 6. Datos usados en la elaboración de las isotermas usando los modelos BET y GAB.

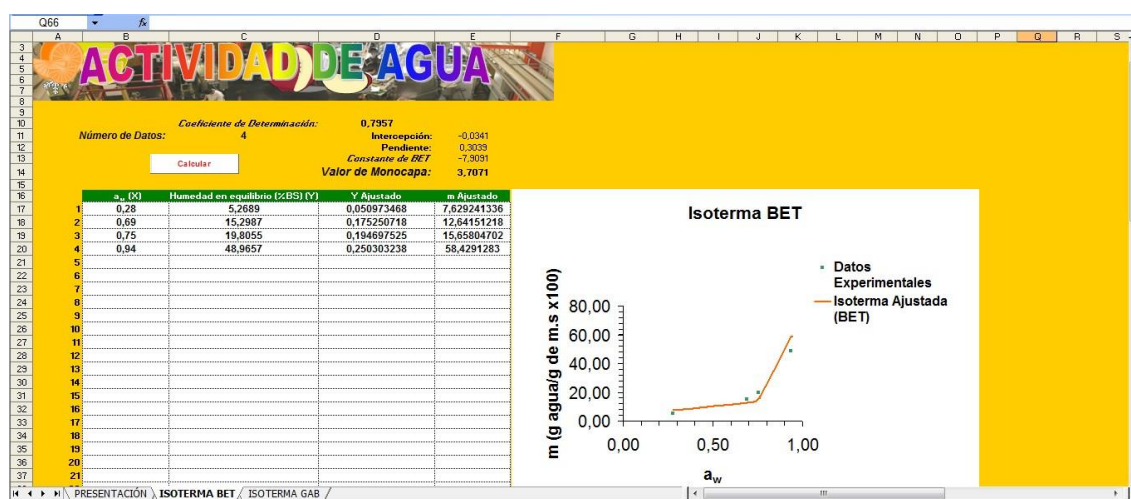
**Cuadro 6.1. Datos de actividad de agua ( $a_w$ ) y humedad en equilibrio de la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.**

Solución Salina Saturada	25°C	
	$a_w^a$	He (%)
Cloruro de calcio	0,28 <sup>b</sup>	5,2689
Yoduro de potasio	0,689	15,2987
Cloruro de sodio	0,753	19,8055
Nitrato de potasio	0,936	48,9657

Fuente: Elaboración propia.

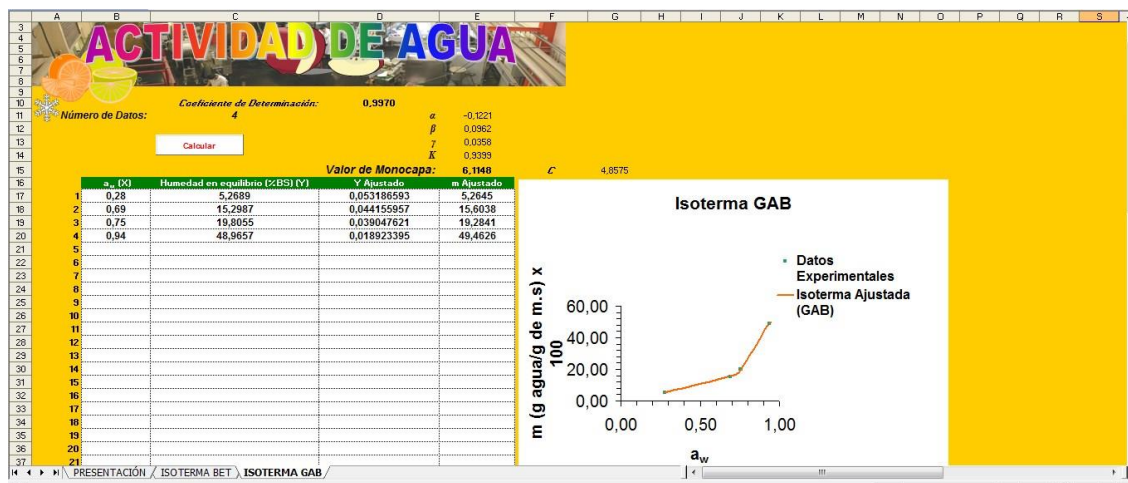
a Actividad de agua obtenida de Greenspan (1977) mencionado por Rahman (1995).

b Actividad de agua obtenido de Delorenzi (2015).



**Figura 6.1. Programa elaborado en Excel2003 para determinar la isoterma BET de adsorción de la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6.2. Programa elaborado en Excel2003 para determinar la isoterma GAB de adsorción de la muestra de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.**

Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO 7: Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto deshidratado.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



#### INFORME DE ENSAYO N° 039-2016

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE : ANA SOFIA MORANTE SILUPU  
DOMICILIO LEGAL : Jr. Paita N° 750. Tambogrande-Piura  
PRODUCTO DECLARADO : AGUAYMANTO DESHIDRATADO  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto (*Physalis peruviana linnaeus*) para ser recubiertos con chocolate".  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 350 g  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno sellada  
MUESTREO : Realizado por el solicitante  
NORMA DE REFERENCIA : RM N° 591-2008/MINSA "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".  
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/05/2016  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 04/05/2016  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 17/06/2016

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
<b>ENSAYOS FISICO QUIMICOS</b>		
Humedad (g/100g)	14.10	-
Proteína (g/100g)	5.06	-
Grasa total (g/100g)	1.45	-
Cenizas (g/100g)	4.13	-
Fibra bruta (g/100g)	8.12	-
Carbohidratos (g/100g)	67.12	-
Azúcares reductores (g/100g)	28.12	-
Energía Total (Kcal/100g)	301.77	-
<b>ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>		
Mohos (ufc/g)	3.7x10	100
Levaduras (ufc/g)	1.2x10	100
Escherichia coli (ufc/g)	0	10
Salmonella sp. (Ausencia/25g)	Ausencia	Ausencia

#### METODO DE ENSAYO:

Humedad : AOAC 952.08, 19th Edition. Gravimetric Method.  
Proteína : AOAC 940.25, 19th Ed. Nitrogen (Total). Kjeldahl methods.  
Grasa : AOAC 948.15, 19th Ed. Fat (Crude)  
Cenizas totales : AOAC 938.08, 19th Ed. Ash  
Carbohidratos : Por diferencia  
Energía total : Por Cálculo  
Mohos : ICMSF Método 1, Pág. 166-167, 2da Ed., Reimpresión 2000  
Levaduras : ICMSF Método 1, Pág. 166-167, 2da Ed., Reimpresión 2000  
Escherichia coli : ICMSF Método 1, Pág. 131-134, 138,139-142, 2da Ed. Reimpresión 2000  
Salmonella sp. : ICMSF Pág. 172-176 Item 10: (a) y (c), 177 II - 178 III, 2da Ed. Reimpresión 2000

#### CONCLUSIÓN:

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados se concluye que es, **CONFORME**, respecto a los documentos normativos y/o documentos de referencia del presente documento.

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 17 de Mayo del 2016



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
Ing. Fidel Gonzales Mechato  
C.I.P N° 63458  
JEFE

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
labocontrolfip@unp.edu.pe  
atencioncliente.labofip.unp@gmail.com



## ANEXO 8: Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



#### INFORME DE ENSAYO N° 040-2016

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE	:	ANA SOFIA MORANTE SILUPU
DOMICILIO LEGAL	:	Jr. Paita N° 750. Tambogrande-Piura
PRODUCTO DECLARADO	:	AQUAYMANTO DESHIDRATADO CON CHOCOLATE DE COBERTURA
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana linnaeus</i> ) para ser recubiertos con chocolate".
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 muestra x 350 g
FORMA DE PRESENTACIÓN	:	Bolsa de polietileno sellada
MUESTREO	:	Realizado por el solicitante
NORMA DE REFERENCIA	:	RM N° 591-2008/MINSA "Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".
FECHA DE RECEPCIÓN	:	04/05/2016
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	:	04/05/2016
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	:	17/06/2016

ENSAYOS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
<b>ENSAYOS FISICO QUIMICOS</b>		
Humedad (g/100g)	8.50	-
Proteína (g/100g)	7.01	-
Grasa total (g/100g)	13.45	-
Cenizas (g/100g)	3.09	-
Fibra bruta (g/100g)	7.18	-
Carbohidratos (g/100g)	60.76	-
Azúcares reductores (g/100g)	31.15	-
Energía Total (Kcal/100g)	392.13	-
<b>ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>		
Mohos (ufc/g)	1.0X10	100
Escherichia coli (ufc/g)	0	3
Salmonella sp. (Ausencia/25g)	Ausencia	Ausencia

#### METODO DE ENSAYO:

Humedad : AOAC 952.08, 19th Edition, Gravimetric Method.  
 Proteína : AOAC 940.25, 19th Ed. Nitrogen (Total). Kjeldahl methods.  
 Grasa : AOAC 948.15, 19th Ed. Fat (Crude).  
 Cenizas totales : AOAC 938.08, 19th Ed. Ash  
 Carbohidratos : Por diferencia  
 Energía total : Por Cálculo  
 Mohos : ICMSF Método 1, Pág. 166-167, 2da Ed., Reimpresión 2000  
 Escherichia coli : ICMSF Método 1, Pág. 131-134, 138, 139-142, 2da Ed. Reimpresión 2000  
 Salmonella sp. : ICMSF Pág. 172-176 Item 10: (a) y (c), 177 II - 178 III, 2da Ed. Reimpresión 2000

#### CONCLUSIÓN:

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados se concluye que es, **CONFORME**, respecto a los documentos normativos y/o documentos de referencia del presente documento.

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
 NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
 ESTE DOCUMENTO ES VALIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 17 de Mayo del 2016 •



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 Ing. Fidel Gonzales Mechato  
 C.M.P. N° 63458  
 JEFE

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
 Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
 Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
 labocontrolfip@unp.edu.pe  
 atencioncliente.labofip.unp@gmail.com

## ANEXO 9: Análisis de índice de peróxidos en aguaymanto deshidratado recubierto con chocolate a T° de refrigeración



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



#### INFORME DE ENSAYO N° 066-2016

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE :	<b>ANA SOFIA MORANTE SILUPU</b>	
DOMICILIO LEGAL :	JR. PAITA N° 750. TAMBOGRANDE-PIURA	
PRODUCTO DECLARADO :	AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA :	Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana linnaeus</i> ) para ser recubiertos con chocolate".	
CANTIDAD DE MUESTRA :	07 muestra x 100 g	
DESIGNACIÓN DE LA MUESTRA :	M01: 0 días de almacenamiento (Temp. Ambiente) 06/07/2016 M02: 15 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 21/07/2016 M03: 30 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 05/08/2016 M04: 45 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 19/08/2016 M05: 60 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 05/09/2016 M06: 75 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 20/09/2016 M07: 90 días de almacenamiento (Temp. Refrigeración) 05/10/2016	
FORMA DE PRESENTACIÓN :	Bolsa de polietileno sellada	
MUESTREO :	Realizado por el solicitante	
NORMA DE REFERENCIA :	NINGUNA	
FECHA DE RECEPCIÓN :	06/07/2016	
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO :	06/07/2016	
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO:	05/10/2016	

ENSAYOS	RESULTADOS
	M01.....M07
Índice de peróxidos (meq/1kg)	0.00

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA. NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 05 de octubre del 2016



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**Ing. Fidel Gonzales Mechato**  
**C.I.P. N° 63458**  
**JEFE**

**ANEXO 10: Análisis de índice de peróxidos en aguaymanto deshidratado recubierto  
con chocolate a T° ambiente**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



Pág. 1 / 1

**INFORME DE ENSAYO N° 067-2016**

SOLICITANTE : **ANA SOFIA MORANTE SILUPU**  
DOMICILIO LEGAL : **JR. PAITA N° 750. TAMBOGRANDE-PIURA**  
PRODUCTO DECLARADO : **AGUAYMANTO DESHIDRATADO RECUBIERTO CON CHOCOLATE**  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Proyecto: "Evaluación de los parámetros adecuados en la deshidratación del Aguaymanto (*Physalis peruviana linnaeus*) para ser recubiertos con chocolate".  
  
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestra x 100 g  
DESIGNACIÓN DE LA MUESTRA : M01: 30 días de almacenamiento (Temp. Ambiente) 05/08/2016  
M02: 60 días de almacenamiento (Temp. Ambiente) 05/09/2016  
M03: 90 días de almacenamiento (Temp. Ambiente) 05/10/2016  
  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno sellada  
MUESTREO : Realizado por el solicitante  
NORMA DE REFERENCIA : NINGUNA  
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/08/2016  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 05/08/2016  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 05/10/2016

ENSAYOS	RESULTADOS
	M01.....M03
Índice de peróxidos (meq/1kg)	0.00

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 05 de octubre del 2016



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
**Ing. Fidel Gonzales Mechatto**  
C.I.P N° 63458  
JEFE

## ANEXO 11. Modelos de isotermas BET y GAB.

(1) Brunauer, Emmett y Teller (BET), basados en el modelo cinético de Lagmuir desarrollaron en 1938 la siguiente ecuación, útil para un gran número de alimentos con baja  $a_w$  (0,05–0,45):

$$\frac{m}{m_0} = \frac{Ca_w}{(1 - a_w)[1 + (C - 1)a_w]} \quad [11.1]$$

Fuente: Alvarado (2013).

(2) Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB) desarrollaron en la década de los 60, un modelo semiempírico con tres parámetros para la adsorción de materiales considerando la presencia de multicapas; este modelo se ajusta adecuadamente en el intervalo completo de  $a_w$  para muchos alimentos y viene a constituir una extensión de la ecuación de BET:

$$\frac{a_w}{X} = \frac{1}{X_m C k} + \frac{(C - 2)}{X_m C} \times a_w + \frac{(1 - C)k}{X_m C} \times a_w^2 \quad [11.2]$$

Simplificando

$$a_w = \gamma + \beta \times a_w + \alpha \times a_w^2 \quad [11.3]$$

Igualando a cero

$$\alpha \times a_w^2 + (\beta - 1) \times a_w + \gamma = 0 \quad [11.4]$$

Donde la solución negativa de la ecuación de segundo grado no debe considerarse, dada su imposibilidad física.

Alfa, beta y gamma son constantes y se definen por las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{k}{X_m \left( \frac{1}{C - 1} \right)} \quad [11.5]$$

$$\beta = \frac{1}{X_m \left( 1 - \frac{2}{C} \right)} \quad [11.6]$$

$$\gamma = \frac{1}{X_m C k} \quad [11.7]$$

Lo cual nos permite calcular los valores de los parámetros de la ecuación de G.A.B. según las siguientes ecuaciones:



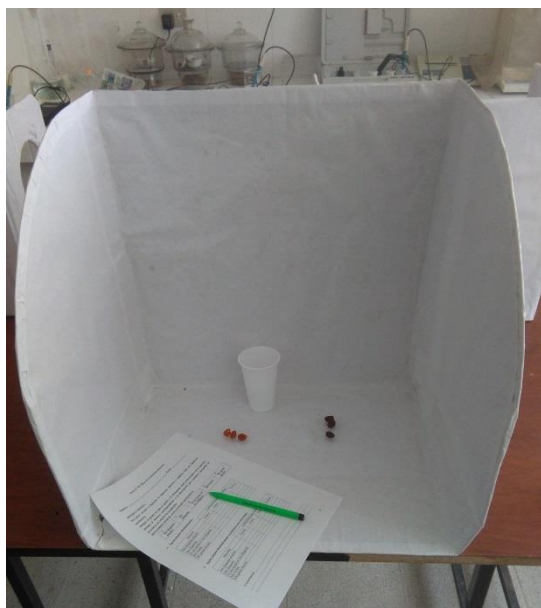
$$k = \frac{2\alpha}{-\beta \pm \sqrt{\beta - 4\alpha\gamma}} \quad [11.8]$$

$$C = \frac{\beta}{k\gamma} + 2 = 1 - \frac{\alpha}{k^2\gamma} \quad [11.9]$$

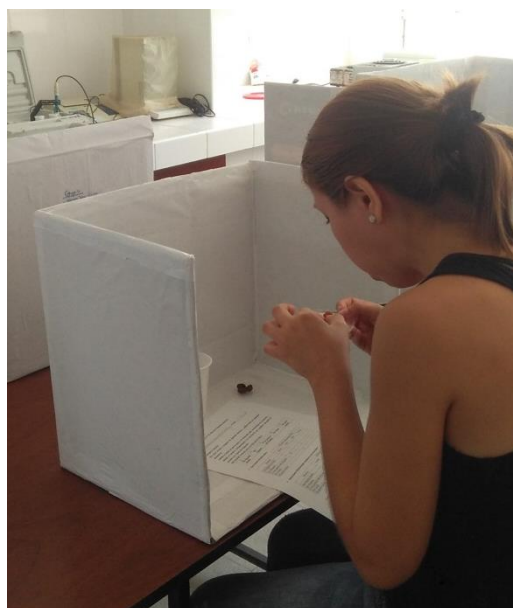
$$X_m = \frac{1}{Ck\gamma} = \frac{(C-2)}{C\beta} = \frac{(1-C)k}{C\alpha} \quad [11.10]$$

Los valores de K, C,  $X_m$  así obtenidos se suministran al programa como estimaciones iniciales de dichos parámetros (Puig, *et al.*, 1993).

## ANEXO 12: EVIDENCIAS DEL ANALISIS SENSORIAL



**Figura 12. 1. Cabina de evaluación**



**Figura 12. 2. Degustación de jueces**



**Figura 12. 3. Degustación de jueces**